



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

جامعة قاصدي مرباح – ورقلة

كلية العلوم التطبيقية

قسم الهندسة المدنية و الري

مذكرة مقدمة لنيل شهادة ماستر مهني

الميدان :الهندسة المدنية و الري

تخصص :معالجة، تطهير و تسيير المياه

بعنـــوان:

مقارنة تحلية المياه بين طريقتي الترسيب و التناضح العكسي

من إعداد الطالبتين :

ميلي آسية

بن عطاءالله خولة

نوقشت يوم :2024/06/10

أعضاء لجنـــة المناقشة

الاسم واللقب	الرتبة العلمية	الصفة
باوية قيس	أستاذ	رئيسا
غرايري يمينة	أستاذ مساعد أ	ممتحنة
بوزيان لمياء	أستاذ مخاضر ب	مشرفة

السنة الجامعية : 2023 – 2024

الإهداء

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمدلله حبا وشكرا وامتنانا على البدء و الختام

(وَآخِرُ دَعْوَاهُمْ أَنِ الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ)

لم تكن الرحلة قصيرة، ولا الطريق محفوف بالتسهيلات لكنني فعلتها فالحمد لله الذي يسر البدايات ووبلغنا النهايات بفضله وكرمه.

اهدي هذا النجاح لنفسي الطموحه اولاً ابتدت بطموح وانتهت بنجاح ثم الى كل من سعى معي لإتمام مسيرتي الجامعية دمتم لي سنداً لا عمر له.

وبكل حب اهدي ثمرت نجاحي وتخرجي:

وإلى من كافحوا في صمت وشموخ من أجل أن أشق طريقي إلى من أفهموني أن الحياة جهد وكفاح إلى من كان دعائهم سر نجاحي أبي وأمي.

الى قدوتي الاولى الى من جعل الله الجنة تحتى اقدامها وقدوتي ومعلمتي وصديقة الدرب الداعمة بلاحدود "حبيبتي امي"

الى من احمل اسمه بكل فخر ومن سعى طوال حياته لنكون الافضل دائما والى الذي دعمني واعطاني بدون مقابل الذي حصد الشوك عن دربي ليمهد لي طريقي "ابي الغالي" طاب بك العمر ياسيد الرجال.

الى من شد الله بهم عضدي فكانو خير معين اخوتي: مروان، اسامة، ايوب، سارة وبالاخص سندي الذي ازاح عن طريقي المتاعب الذي استند عليه دائما لطالما كان الظل لنجاحي اخي علاء.

الى من سهرتا الليالي بدعائهما و كافحتا وساندتاني في حياتي "ام ابي و ام امي" ادامهما الله لنا وامدها بمديد العمر.

الى من ساكمل معه حياتي الى سندي الى من حثني على اكمالي دراستي "خطيبي سمير"

واهديه الى صديقة دربي ورفيقة عمري "اسية"

واختم اهدائي بالحمدلله الذي تتم به الصالحة .

خولة بن عطاء الله

الإهداء II

بفضل الله تعالى وحمده، أقدم هذا العمل المتواضع تعبيراً عن امتناني لكل من ساهم في تحقيق هذا الإنجاز.

إلى أمي العزيزة، رمز الحب والتضحية، التي لم تتوانَ عن تقديم الدعم والمساندة في كل خطوة من حياتي. دعواتك كانت النور الذي أرشدني خلال الظلام.إلى ابي الحبيب، فخري و نور عيني وأمل حياتي، أدعو الله أن يحفظك ويحميك ويمنحك حياة مليئة بالنجاح والسعادة.إلى إخوتي ، وخاصةً الغالي امين و بوعزة العزيز و موحي الروح وتوبة حبيبتي، شكراً لكم على الحب والدعم الذي لم يتوقف يوماً. كنتم دائماً إلى جانبي، تدفعونني للأمام وتمنحونني القوة لمواصلة الطريق.إلى مصدر الأمان والاستقرار في حياتي، والذي استمددت منه قوتي وثقتي. كنت دائماً الرفيق والسند في كل المواقف الصعبة يا من كان هدفي هدفه ومستقبلي مستقبله حماك الله لي .أشكر الله على رحمته وكرمه. ونسأل الله أن يمن عليك بالرحمة والسعادة.

إلى أفراد عائلتي، فخري وملجئي، يدي اليمنى في كل تحدٍ واجهته خلال دراستي. بفضلكم، استطعت أن أحقق هذا الإنجاز. الحمد لله أنني أنعم بوجود عائلة مثلكم.

إلى رفيقتي وصديقتي، خولة بن عطاء الله، التي كانت الكتف الذي اتكئ عليه ودعم كبيراً لي. شكراً لك على كل المساعدة والتوجيه.إلى أصدقائي الأعزاء، هناء، وردة وسندس ، وعائشة، الذين كانوا دائماً بجانبي. شكراً لكم على صداقتكم ودعمكم وتشجيعكم المستمر.وأخيراً، إلى كل من ساعدني ورافقني في رحلتي. شكراً لكم من القلب. هذا العمل ما كان ليرى النور لولا دعمكم ومساندتكم.الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات.

ميلي اسية

الشكر و العرفان

بسم الله، وكفى والصلاة والسلام على النبي المصطفى.

الحمد لله الذي وفقنا و أوصلنا إلى ما نحن عليه ، لا يسعني في هذا المقام إلا أن أحمد وأشكر المولى عز وجل على توفيقه لنا لإتمام هذه العمل .

أما بعد نقدم الشكر الخاص إلى أستاذتنا العزيزة بوزيان لمياء ، وأساتذتنا باوي قيس، وبالمعبدي أمال الذين علمونا الأدب قبل العلم، وعملوا بجد معنا، وأعطونا من خبرتهم ومعرفتهم الواسعة، وزادوا من تقديرنا لهم بتوصيل رسالتنا بشكل جميل ومشرق. نسأل الله، العزيز القدير، كل الخير، وأن يجعل عملهم في ميزان حسناتهم.كما أود أن أشكر كل من ساعدنا خلال مختلف مراحل بحثنا، خاصة الشيخ عبد الفتاح كنوز، رئيس محطة تحلية المياه في تقرت ، وجميع العاملين في المحطة.

و نوجه بجزيل الشكر الخاص لزملائنا، خاصة حسام، الذي كان سنداً في إتمام هذا البحث. نسأل الله للجميع الإخلاص، والنجاح، والدعم، والقبول.

صلى الله على محمد وآله وصحبه أجمعين.

الملخص:

ملخص مذكرة :

ترجع عسرة المياه عموما الى الاملاح المعدنية العالية في المياه والتي تؤدي الى الضرر بصحة الانسان والاجهزة المنزلية وغيرها من الاضرار في الصناعة والزراعة و التي تعاني منها مياه الطبقة الالبيانية في منطقة تقرت رغم نقائها الا ان عسرتها مرتفعة وذلك يعود للبنية الجيولوجية للمنطقة وللخروج من هذا الاشكال، ركزنا الدراسة على تحليل العمليات الكيميائية و الفيزيائية لكل من طريقة الترسيب و التناضح العكسي في تحلية المياه هذه المنطقة . تعد العمليتان هامتين في مجال معالجة المياه المالحة لجعلها صالحة للشرب . تعتمد طريقة الترسيب باضافة مواد كيميائية و طريقة التناضح العكسي على الضغط العالي بدفع المياه عبر غشاء نصف نفود يتركز فيه الاملاح والشوائب مما ينتج عنه ماء نقي خال من الملوثات . حيث توصلنا في هذه الدراسة ان التناضح العكسي فعال اكثر من الترسيب في ازالة مجموعة واسعة من الاملاح.

:Résumé

La dureté de l'eau est généralement due à la teneur élevée en sels minéraux de l'eau, qui entraîne des dommages à la santé humaine, aux appareils électroménagers et à d'autres dommages à l'industrie et à l'agriculture, qui souffrent de l'eau de la nappe albienne dans la région de Touggourt, malgré sa pureté, jusqu'à ce que sa dureté soit élevée. Cela est dû à la structure géologique de la région. Pour sortir de ce problème, nous avons concentré notre étude sur l'analyse de deux processus d'adoucissement, à savoir : la précipitation qui est un processus chimique et qui repose sur l'ajout de produits chimiques et l'osmose inverse qui est le processus physique qui repose sur l'application d'une haute pression poussant l'eau à travers une membrane semi-perméable dans laquelle les sels et les impuretés sont concentrés, ce qui donne une eau pure et exempte de polluants. Dans cette étude, nous avons constaté que l'osmose inverse est plus efficace pour éliminer un large éventail d'impuretés que la sédimentation.

Abstract

The hardness of water is generally due to high mineral salts in the water, which lead to harm to human health, household appliances, and other harms to industry and agriculture, which suffer from the water of the Albian layer in the Touggourt region, despite its purity, until its hardness is high. This is due to the geological structure of the region and to get out of these forms. We focused the study on analyzing the chemical and physical processes of both sedimentation and reverse osmosis in water desalination in this region. Both processes are important in the field of treating salt water to make it suitable for drinking. The sedimentation method for adding chemicals and the reverse osmosis method rely on high pressure pushing water through a semi-permeable membrane in which salts and impurities are concentrated, resulting in pure water free of pollutants. In this study, we found that reverse osmosis is more effective in removing a wide range of impurities than sedimentation.

فهرس المحتويات

الجانب النظري

الفصل الأول : التعريف بمنطقة الدراسة

الفصل الثالث : طرق تحلية المياه

الفصل الرابع: التعريف بمحطة الدراسة

الفصل الثاني : الأدوات و الأساليب

الفصل الثالث : التحليل و المناقشة

فهرس الأشكال

فهرس الجداول

فهرس المنحنيات

المقدمة العامة

مقدمة عامة:

المياه عنصر أساسي لاستمرار الحياة على كوكب الأرض، حيث تعتمد جميع الكائنات الحية عليها للبقاء والنمو. تشكل المياه ما يقرب من 71% من سطح الأرض، وتتواجد في البحار والمحيطات والأنهار والبحيرات والمياه الجوفية. ورغم هذا الكم الهائل من المياه، فإن النسبة الأكبر منها هي مياه مالحة، مما يجعل الحصول على مياه عذبة صالحة للشرب والزراعة والصناعة تحديًا كبيرًا في ظل التزايد السكاني والنمو الصناعي والتغيرات المناخية، أصبحت الحاجة إلى إيجاد مصادر بديلة ومستدامة للمياه العذبة أمرًا ملحًا. هنا تأتي أهمية تحلية المياه كحل عملي وضروري للتغلب على مشكلة ندرة المياه العذبة. تحلية المياه هي عملية تحويل المياه المالحة إلى مياه صالحة للشرب والاستخدامات الأخرى، مما يساهم في تلبية احتياجات الإنسان المتزايدة في المناطق التي تعاني من نقص الموارد المائية و ارتفاع عسرتها بسبب طبيعة البيئة الجيولوجية و الجوية . ترتبط عسرة المياه بارتفاع نسبة تراكيز الاملاح المعدنية في المياه و خصوصا الكالسيوم و المغنيزيوم . هذه العسرة تؤثر على قدرة الماء على تكوين رغوة الصابون وعلى صحة الانسان بشكل خاص وقد تؤدي الي تراكم الترسبات الكلسية في الانابيب و الاجهزة المنزلية . تتمتع البنية الجيولوجية في منطقة الجنوب الشرقي للجزائر باكبر احتياطي للمياه العذبة في العالم من الطبقة الالبيانية والتي تعد الوحيدة الصالحة للاستهلاك في منطقة دراستنا (تقرت) و انقى مصدر للمياه الطبيعية في منطقة تقرت، رغم عسرتها المرتفعة بسب التركيب الجيولوجي للصخور في المنطقة الا انه يتم استغلالها بصفة رئيسية في عملية تزويد المناطق السكانية وكذا الصناعية بالاحتياجات اللازمة من الماء وذلك بعد مرورها بعدة مراحل و تقنيات و طرق مختلفة .

يتناول هذا البحث دراسة شاملة حول المياه وطرق تحليتها، حيث سنستعرض الخصائص الكيميائية والفيزيائية للمياه، وأهمية المياه للحياة وللأنظمة البيئية المختلفة. كما سنناقش بالتفصيل تقنيات وطرق تحلية المياه المختلفة، مثل التقطير والتناضح العكسي الذي يعد احدث تقنية في العصر الحالي و التحلية الكهربائية و الترسيب الذي اصبح طريقة قديمة قليل الا ان فعاليته لا تزال في مستواها .

ينقسم هذا العمل على ستة فصول ثلاث نظرية وثلاث فصول تطبيقية، حيث يتحدث الفصل على الاول من الجانب النظري على جيولوجية منطقة دراستنا (تقرت) ومصادر المياه ومختلف طبقات الجيولوجية و يتناول الفصل الثاني عموميات حول المياه من تعريف المياه الى عرض خصائصه اما الفصل الثالث فيحتوى على طرق تحلية المياه .

اما الجانب التطبيقي كان ايضا ينقسم الى ثلاث فصول :الفصل الاول من الجانب التطبيقي يعرض لنا محطة تحلية المياه بتقرت التي قمنا فيها بدراسة التجريبية لخصائص المياه الكيميائية و الفيزيائية لطريقة التناضح العكسي اما الفصل الثاني قمنا بجمع العينات و عرض الاجهزة المستعملة و كيفية تحضير العينات و أما الفصل الثالث تناول تحليل و منافشة النتائج التجريبة لطريقة الترسيب وطريقة التناضح العكسي .

الجانب النظري

الفصل الأول :

تعريف منطقة الدراسة

I-1-تمهيد :

نقدم في هذا النص نظرة عامة على خصائص المنطقة المراد دراستها، وهي ولاية تقرت، التي تعد من أبرز الولايات في الجزائر وتقع في الجنوب الجزائري لتموقعها فوق كم هائل من الموارد المائية (طبقة الالبيانية). تتميز منطقة تقرت بمناخ صحراوي قاري، حيث يكون الجو حارًا في الصيف ومعتدلًا في الشتاء، مع قلة هطول الأمطار وارتفاع معدل التبخر.

I-2-الموقع الجغرافي :

تقع مدينة تقرت في شمال الجنوب الشرقي الجزائر ، في منخفض تتلاقى فيه أودية صحراوية تحتية وهي واد "ريغ" تقرت من أهم أقطاب واد ريغ الممتد من رأس الواد شط ملغيغ شمالاً إلى سيدي بوحنية الموجود في قرية قوق تماسين. تعد تقرت الولاية الخامسة والخمسون في التقسيم الإداري الجزائري تضم أربع بلديات وهي النزلة ، الزاوية العبيدية ، تبسبست، وتقرت . يحدها من الشمال بلدية مقارين ويحدها من الجنوب بلدية تماسين و من الشرق بلدية المنقر ومن الغرب بلدية العالية. [8]

تتوضع عند نقطة إلتقاء الطريق الوطني رقم ثلاثة الرابطة بين بسكرة شمالاً و حاسي مسعود جنوباً وطريق الوطني 16 الرابط بين تقرت و ولاية الوادي شرقاً والطريق(B1) الرابطة بين تقرت و مسعد غرباً . تستحوذ على مساحة قدرها 404كيلو متر مربع من مساحة ورقلة أي ما يعادل نسبة 0.24% تقع مدينة تقرت بين خطي طول 4° و 32° شرقاً ودائرتي عرض 32° و 43° شمالاً.





الشكل I- *1* الموقع الجغرافي لولاية تقرت

I-3-جيولوجية المنطقة:

تتميز البنية الجيولوجية لمجال الدراسة بتواجد العديد من السبخات و الشطوط التي تقر وتشهد على التاريخ الجيولوجي للمنطقة ؛ و يعود التكوين الجيولوجي إلى العصر الوسيط نتيجة الترسبات الطباشيرية لفترات متتابعة . تتكون هذه المنطقة من عدة طبقات مختلفة تكوينات الأزمنة التي مرت بها المنطقة وهذا التكوين شمل الكثبان الرملية والجبس و المياه الجوفية واللوس و الرمال الأبيض الصفائحي. كما تميز هذا التكوين الجيولوجية بتواجد وديان حفريان يتلاقى في جنوب تقرت. [12]

I-4-السياق المناخي :

يسود منطقة تقرت مناخ صحراوي قاري وتمتاز المنطقة بنذرة التساقطات وبتفاوت كبير في معدلات الحرارة بين فصل الشتاء الأكثر برودة وفصل الصيف الحار جداً لتصل درجة حرارته عموماً 43.3درجة مئوية. كما أنها تتميز أيضاً برطوبة نسبية ورياح جافة تعمل على نقل الرمال أو ما يسمى بظاهرة التصحر وكذلك تنتج عنها تجفيف المساحات الرطبة وتسريع عملية التبخر. [12]

I-5-الشبكة الهيدروغرافية:

تتمتع منطقة الدراسة بامكانيات مائية هامة جدا مثل طبقة المركب النهائي و طبقة القارية الكبيسة لتواجدها فوق أربع طبقات جيولوجية ذات مخزون مائي كبير جداً إلى أنه قابل لنفاذ لأهميتها المختلفة في منطقة الجنوب الشرقي لكونها المصدر الرئيسي في تزويد المنطقة بالماء الصالح للشرب والري وهي : [14] [13]

5-1-طبقة (Nappe mio – Pliocene): وتعرف أيضا بطبقة الرمل وملوحة تتراوح بين 1.8 الى 6.4 غرام/لتر وعمق يتراوح بين 60 متر الى 230 متر ، ويتم تغذيتها من طرف الوديان المحيطة بالمنطقة. تم استغلال هذه المنطقة منذ القدم وهي السبب الرئيسي في خلق واحات النخيل الموجودة حاليا في المنطقة.

5-2-طبقة(nappe sénonien): ويطلق عليها أيضا بطبقة الكلس لتشكلها من الحجر الجير الأبيض وطبقات من الجبس وتكون من الطبقة السابقة المجمع النهائي وهي الطبقة الأقل إستغلالاً في المنطقة يتراوح عمقها ما بين 335 الى 780 متر.

5-3-طبقة (nappe cénomonien): تتكون هذه الطبقة بشكل أساسي من رواسب بحرية وبعض من الطين والحجر الرملي الناعم يتراوح عمقها ما بين 892 متر الى 1044 متر.

5-4-طبقة (nappe de l'albien): يطلق عليها أيضا بطبقة المحيط الكلسي تتميز بقوة تدفق عالية لا تحتاج للمضخات لرفع المياه السطحية ودرجة حرارة تصل إلى 60 درجة مئوية . ما يميزها عن باقي طبقات الأخرى أنها مياه أقل ملوحة. تعتبر هي الأخرى طبقة تتكون من الطين الرملي ومن الحجارة الرملية ؛ يتم تغذيتها من نفود المياه داخل الأطلس الصحراوي الشرقي والمياه الجوفية تحت حمادات الجنوب وهرانية وتحت العرق الغربي . توجد على عمق يتراوح ما بين 1000 و 1700 متر.

Previsions Géologiques

profondeur	Etages	Lithologie
218	Miopliocéne	Sable Calcaire Marne Sableuse
335	Eocène	Calcaire Dolomie et Silex
443	Sénonien carbonaté	Calcaire Dolomie et anhydrite
647	Sénonien anhydritique	Anhydrite Marne et Dolomie
780	Sénonien Salifère	Sel massif et anhydrite
892	Turonien	Calcaire Dolomitique
1044	Cénomonien	Dolomie Marne et Argile et fine Passes de grès
1760	Albien	Grès et Argile Silteuses / Dolomie

الشكل I- 2الطبقات الجيولوجية لوادي ريغ (منطقة عين الصحراء) [14]

I-6-طبقات المياه الجوفية في ولاية تقرت:

ولاية تقرت في الجزائر تقع في منطقة غنية بطبقات المياه الجوفية، وأهمها طبقة المياه الجوفية الألبيانية. هذه الطبقة تمتد عبر جزءٍ كبير من الصحراء الجزائرية وتشمل أيضاً أجزاء من تونس وليبيا. تُعتبر من أكبر احتياطيات المياه العذبة في العالم.

تقرت تستفيد من هذه المياه الجوفية بشكل كبير، خاصةً في الزراعة، حيث تُستخدم المياه لري الواحات والنخيل. ومع ذلك، هناك تحديات مرتبطة بإستدامة هذه الموارد، خاصةً في ظل استنزاف المياه والتغيرات المناخية التي تؤثر على تجديد هذه الموارد بمرور الوقت.

I-7-الطبقات السطحية للمياه في ولاية تقرت:

7-1-الواحات: تحتوي ولاية تقرت على العديد من الواحات التي تعتمد على المياه السطحية لتلبية احتياجات الزراعة والسكان المحليين. هذه الواحات تزود بالمياه عن طريق الآبار السطحية والمجاري الطبيعية التي تتشكل من الأمطار الموسمية القليلة.

7-2- البحيرات المالحة (الشطوط): تقع حول ولاية تقرت وتساهم في تنوع البيئات الطبيعية. الشطوط مثل "شَطّ الغدير" تحتوي على مياه سطحية تتجمع من الأمطار الموسمية وتشكل بيئة مهمة للحياة البرية والزراعة.

7-3- المجاري المائية الموسمية: تتأثر بالأمطار القليلة التي تسقط على المنطقة وتساهم في تغذية الطبقات السطحية للمياه بشكل دوري.

تقرت تعتمد على هذه الموارد المائية السطحية بشكل كبير لري المزروعات وخاصة مزارع النخيل التي تشتهر بها المنطقة.

I-8-خلاصة الفصل :

يهدف هذا الفصل إلى دراسة جغرافية المنطقة تقرت، إحدى أهم ولايات الجنوب الجزائري. تتسم ولاية تقرت بمناخها الصحراوي القاري . تم تحليل العوامل المناخية والبيئية التي تؤثر على المنطقة، مما يوفر فهمًا شاملاً للتحديات والفرص المتاحة للتنمية المستدامة في هذه الولاية. توفر هذه الدراسة معلومات قيمة لدعم التخطيط الاستراتيجي وإدارة الموارد الطبيعية في منطقة تقرت.

الفصل الثاني :

عموميات حول المياه

II-1-تمهيد:

تعتبر المياه الصالحة للشرب أحد أهم الموارد الحيوية والأساسية لحياة الإنسان وجميع الكائنات الحية. فهي ليست مجرد حاجة أساسية للبقاء على قيد الحياة، بل تلعب دوراً محورياً في الصحة العامة، التنمية الاقتصادية، والاستقرار البيئي. مع تزايد عدد السكان العالمي والتحديات البيئية المتزايدة، أصبحت قضية توفير مياه شرب نظيفة وآمنة أكثر إلحاحاً من أي وقت مضى.

II-2-تعريف المياه:

الماء هو المادة الوحيدة بطبيعة الحال التي تشترك وتتواجد في جميع حالات المادة الثلاثة الشائعة على شكل مواد صلبة وسائلة وغازية على سطح الارض طبيعيا وانه من الضروري لجميع اشكال الحياة على الارض ويوصف بانه مذيب فعال ومذيب الحياة ويغطي 70% من الكوكب في الطبيعة يتوزع بين البحار والمحيطات والانهار والبحيرات والابار الجوفية و الامطار و الجليد .

يعرف الماء بانه سائل شفاف عديم اللون والرائحة ذو بنية جزيئية صيغتها H_2O غير متناظرة ينشا من ذرة اكسجين وذرتين من الهيدروجين اذا ارتبطت ذرة هيدروجين بذرة اكسجين برابطتين تنشاء بينهما زاوية قدرها 150 درجة وطول الرابطة (O–H) تقدر ب 0.96A° تلك البنية تعطي جزيء الماء عزما قطبيا و بالتالي تعتبر المادة من اهم المحاولات القطبية .ان الاقطاب المختلفة هي جزيئات الماء تتجانب و تتشكل جزئية في كل من الماء السائل و الصلب غير ان الروابط الاساسية القائمة بين الجزيئات تلك التجمعات هي روابط هيدروجينية. يعتبر التجمع المضاعف (H_2O) من اكثر التجمعات ثبات وذلك لوجود روابط هيدروجينية بين جزيئين من الماء . [15] [9]

II-3-أهمية المياه:

تعد المياه واحدة من اهم العناصر الطبيعية المسؤولة عن احياء هذا الكوكب وهي ما يحتاجه جميع الكائنات الحية من اجل البقاء والاستمرار فهو اساس الحياة حيث يستخدم الماء كوسيط نقل ومذيب فعال كما ان الماء يعتبر من اهم المواد الطبيعية التي تؤثر على صحة الانسان والكائنات الحية الاخرى بشكل يومي الا ان الكثيرين لا يدركون الاهمية الحقيقية لهذا السائل الثمين. [15] [9]

اولا : الماء يلعب دورا هاما في صحة الجسم البشري حيث ان اكثر من نصف جسم الانسان مكون من الماء اما اذا القينا نظرة على خلايا جسم الانسان فسنجد انها تحتوي على اكثر من 70% من الماء كما يساهم في نقل الطعام الى الخلايا ونقل العناصر الغذائية والاملاح الضرورية أيضا و توفير طاقة الجسم و توازنه ؛ وتتفاوت الكائنات في مقدار حاجتها له .

ثانيا: تتعدد استخدامات المياه في الكثير من المجالات كالزراعة والري والصناعة والحفاظ على التوازن البيئي فهنا نرى بوضوح اهمية المياه في الكون .

II-4-وجود المياه في الطبيعة:

تتشكل البحار والمحيطات 97.23% من نسبة المياه على الارض غير انه لا يمكن الاستفادة منها لملوحاتها ويخزن حوالي 2.76% من المياه على هيئة كتل الجليدية كمخزون اضافي للارض كما تقوم الحياة البشرية كلها على المياه العذبة التي تشكل اقل من 0.6% من مجموع المياه على الارض والموجود على هيئة مياه جوفية وسطحية وانهار ولكن رحمة المولى اقتضت تعويض الارض بما تحتاجه من المياه بالقدر المناسب عن طريق الدورة المائية المعروفة بدورة المطر التي يوضحها الشكل التالي: [15] [16]



الشكل II– يوضح دورة المياه في الطبيعة[15]

II-5-مصادر المياه:

يتواجد الماء بكميات وفيرة على سطح الارض باشكال مختلفة ويتوزع على كوكب الارض بنسب متفاوتة بناء على مصادر وجودها في الطبيعة كالتالي:

الجدول II- 1يمثل مصادر المياه في الطبيعة[10]

المياه المالحة	المياه العذبة		
البحار و الميحطات	المياه السطحية	المياه الجوفية	الكتل الجليدية
	• البحيرات • مياه الأنهار • مياه السدود	المياه الموجودة في باطن الأرض(في طبقات الصخرية)	المناطق القطبية المتجمدة القمم الجليدية العالية في المناطق الباردة .

تنقسم مصادر المياه لانواع قسمها العلماء حسب طبيعتها ومكوناتها الى مصدرين رئيسيين وكل منهما يستخدم لمجموعه متنوعة من الاغراض هما:

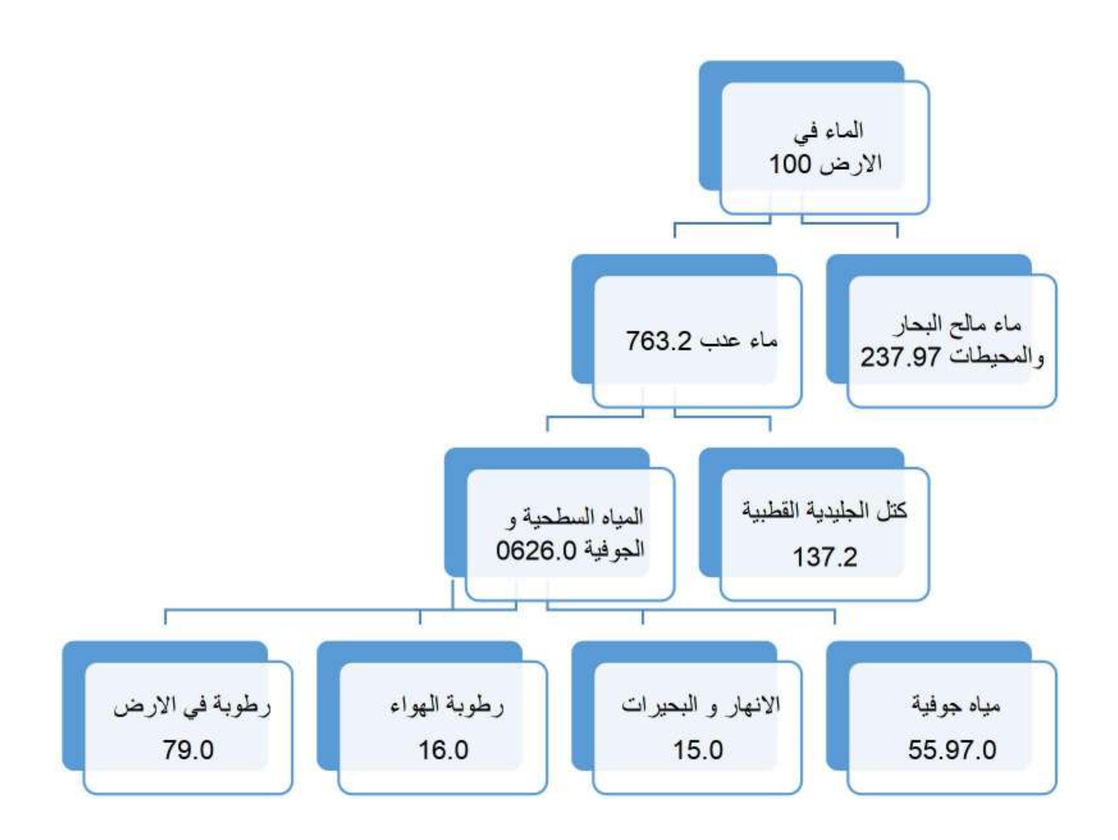
5-1-المياه الجوفية

المياه الجوفية مخزونة في باطن الارض تحتوي على 98% من المياه العذبة بعد الكتل الجليدية حيث تتشكل المياه الجوفية في اعماق الارض نتيجة امتصاص مياه الامطار والثلوج والانهار من خلال طبقات الارض الواسعة التي تتكون عادة من الحصى او الرمل او الصخور المكسورة مثل الحجر الجيري وبالتالي تحتوي على مواد ذات مسامات وفراغات تجعلها قابلة للاختراق.

2-5-المياه السطحية

هي المياه التي توجد على سطح الارض والأنهار والبحيرات والجداول وكافة المسطحات المائية تعتبر هذه المياه جزءاً أساسيا من الدورة الهيدرولوجية حيث تتجمع من خلال تساقط الأمطار والثلوج ثم تتحول هذه المياه إلى مياه جوفية أو بخار ماء في الغلاف الجوي ضمن الدورة المائية تتجدد المياه السطحية طبيعيا بواسطة الامطار وتتحول إلى أشكال أخرى بشكل طبيعي من خلال التبخر والترسب الى بطن الارض.

يمكن تقسيم المياه في سطح الارض حسب تواجد الى مياه سطحية او جوفية كما في الشكل التالي :



الشكل II- 1تقسيم المياه في سطح الأرض [15]

II-6-خصائص المياه

6-1- الخصائص الفيزيائية:

المياه تتمتع بعدة خصائص فيزيائية فريدة تجعلها مادة حيوية للحياة وللكثير من العمليات الطبيعية والصناعية.

من أبرز هذه الخصائص: [15] [9]

6-1-1-درجة الغليان والتجمد :

المياه تغلي عند 100 درجة مئوية (212 درجة فهرنهايت) وتتجمد عند 0 درجة مئوية (32 درجة فهرنهايت) تحت الضغط الجوي العادي.

6-1-2-الطعم والرائحة :

الماء النقي عديم الرائحة والمذاق. الرائحة والذوق مؤشران على التغير في طبيعة الماء. المياه الملوثة، مثل مياه الصرف الصحي، لها رائحة مميزة ومثيرة للاشمئزاز في كثير من الأحيان لوجود الأصباغ العضوية والكيميائية. ويمكننا أيضًا أن نقول بشكل عام أن حاسة الشم مفيدة في الكشف عن الملوثات العضوية.

تفيد حاسة التذوق في اكتشاف الملوثات غير العضوية في الماء.

6-1-3-العكارة:

إن وجود بعض المواد الصلبة الغروية يعطي السائل مظهراً غائماً وهو أمر غير مرغوب فيه وكريه الطعم ويمكن أن يكون ضاراً في بعض الأحيان. تعكر الماء هو نتيجة جزيئات التربة والمواد العالقة: مثل الرمال والأوساخ وما إلى ذلك. الجزيئات الموجودة في الماء تكون إما مواد صلبة دائمة أو عسرة كلية دائمة.

6-1-4-الكثافة:

المياه لها كثافة تساوي 1 غرام/سم^3 عند درجة حرارة 4 درجات مئوية، وهي الأكثر كثافة عند هذه الدرجة. تتأثر كثافة الماء بثلاث عوامل بدرجة الحرارة والملوحة والضغط . الكثافة تنخفض عند التجميد، مما يجعل الجليد يطفو على سطح الماء.

6-1-5-المواد الصلبة :

وتكون على شكل MESأوTDS على شكل مواد صلبة عالقة ويتم تقديرها بطريقة ورق الترشيح.

6-1-6-الموصلية الكهربائية:

تعبر الموصلية الكهربائية على النسبة الإجمالي للأملاح الذائبة في الماء، فيدل ارتفاعها على ذلك.

كلما زادت نسبة الأملاح في الماء، كلما زادت نسبة توصيلة الكهربائي.

6-1-7-الحرارة النوعية:

المياه تمتلك حرارة نوعية عالية، مما يعني أنها تستطيع امتصاص أو فقدان كميات كبيرة من الحرارة دون تغير كبير في درجة حرارتها. هذه الخاصية تساعد في تنظيم مناخ الأرض وحفظ حرارة الجسم للكائنات الحية.

6-1-8-التوتر السطحي:

المياه تتميز بتوتر سطحي عالٍ، مما يسمح لها بتشكيل قطرات والحفاظ على شكلها عندما تكون في تماس مع أسطح مختلفة. هذه الخاصية مهمة لحركة المياه في النباتات والشعيرات الدموية.

6-1-9-اللزوجة:

المياه لديها لزوجة منخفضة نسبياً، مما يجعلها تتدفق بسهولة ويساعد في نقل المواد الذائب.

6-2-الخصائص البيولوجية للمياه:

تلعب دوراً حاسماً في دعم الحياة والنظم البيئية. أهمها :

6-2-1-دور المياه في الكائنات الحية:

المياه تشكل جزءاً كبيراً من تركيب جسم الإنسان ومعظم الكائنات الحية. فهي ضرورية للعمليات الحيوية مثل الهضم، النقل الخلوي، وتنظيم درجة الحرارة.

6-2-2-الوسط الذي تعيش فيه الكائنات المائية:

المياه توفر بيئة مناسبة للكائنات البحرية والنهرية. العديد من الكائنات الحية تعتمد على المياه للبقاء والتكاثر.

6-2-3-الدور في التفاعلات البيوكيميائية:

المياه تشارك في العديد من التفاعلات البيوكيميائية داخل الخلايا، مثل التحلل المائي، والتنفس الخلوي.

6-2-4-التنظيم الحراري:

المياه لها قدرة عالية على امتصاص الحرارة وتخزينها، مما يساعد الكائنات الحية على تنظيم درجة حرارتها الداخلية والحفاظ على الاستقرار الحراري في البيئة المحيطة.

6-2-5-القدرة على نقل المواد الغذائية والفضلات:

المياه تعمل كمذيب لنقل المواد الغذائية، الأكسجين، والفضلات داخل الكائنات الحية وبينها. هذا يشمل الدم في الحيوانات و النسغ في النباتات.

6-3-الخصائص الكيميائية:

يتكون الماء من جزيئات متناهية الصغر، وتحتوي قطرات الماء على ملايين من هذه الجزيئات، وكل جزء من الجزيئات يتكون من أجسام أصغر تسمى الذرات. يحتوي جزء من الماء على ثلاث ذرات مرتبطة ببعضها البعض، ذرتي هيدروجين وذرة واحدة. تميل ذرة الأكسجين والخواص الكيميائية للمياه إلى أن تكون خواص فيزيائية أكثر تخصصًا، ولهذا السبب فهي أكثر فائدة لتقييم خصائص العينة ولتقييم جودة المياه بشكل عام. مثل الرقم الهيدروجيني وتفاعلات الأكسدة والاختزال وعسرة الماء. [17]

II-7-العناصر الرئيسية المسؤولة عن الصلابة:

7-1-العناصر الأساسية:

7-1-1-الكالسيوم (ca^{2+})

تواجده مرتبط بنوعية الصخور (جبسية أو كلسية) و التربة التي مرت بها المياه . عموما يتراوح تركيز الكالسيوم في المياه بين 2 و 8 مغ/ل ، وقد يصل في المناطق الكلسية 120مغ/ل . نذكر أن التركيز المسموح به في مياه الشرب هو 200 مغ / ل . من آثار عدم التقيد بهذه المعايير ، فقد أوضحت الأبحاث أن أمراض أوعية القلب تنتشر بنسب أكبر في المناطق التي تستهلك مياه خفيفة ، كما تعتبر المياه التي تراكيزها أعلى من 70 مغ/ل و أقل من 5 مغ/ل من شوارد الكالسيوم غير مناسبة لنمو وتكاثر النباتات و الحيوانات المائية. [15] [18]

7-1-2-المغنيسيوم (Mg^{2+})

كما في الكالسيوم ، يرجع وجود المغنيزيوم في المياه إلى إنحلال الصخور الكربونية المشكلة للمجرى المائي ، غير أن تركيزه عادة أقل من تركيز الكالسيوم ، و قد حدد التركيز المسموح به حسب معايير المنظمة العالمية للصحة (OMS) في مياه الشرب بـ 150 مغ/ل . [15] [18]

و تتواجد شوارد الكالسيوم و المغنيزيوم على شكل بيكربونات الكالسيوم و المغنيزيوم المنحلة ، وكما يتعلق تركيز الكربونات (CO_3^{2-}) و البيكربونات (HCO_3^-) في الماء بشروط التوازن القائم بين الوسط المائي و الطورين الصلب و الغازي المحيطين.

عموما فان تواجد شاردتي (HCO_3^- CO_3^{2-}) تنشأ من خلال الكربونات الطبيعية الذائبة في الماء ، تماس الماء بالتربة أو غاز CO_2 الجوى . ونلخص أهم التوازنات القائمة في الوسط المائي وفي العلاقات التالية:

$$CaCO_3 \longrightarrow Ca^{2+} + CO3^{2-}$$

$$CO_2 + H_2O \longrightarrow H^+ + HCO_3^-$$

$$CO^{2-}{}_3 + H^+ \longrightarrow HCO_3^-$$

7-1-3-البوتاسيوم (k^+) :

يتواجد البوتاسيوم في جميع أنواع المياه الطبيعية ، و ذلك لكونه من أهم تركيبة القشرة الأرضية فهو يمثل ما نسبته 2,59 %. إلا أنه وللتذكير فأن نسبته في المياه السطحية أقل من نسبة الصوديوم و قد يعود ذلك إلى تخزينه في التربة بشكل جيد. التركيز المسموح به في مياه الشرب حسب النظام(OMS)هو 12 مغ/ل . [15] [18]

7-1-4-الصوديوم(Na^+) :

تشكل شوارد الصوديوم نسبة 2,83% من تركيز القشرة الأرضية و تمتاز بدرجة انحلالية عالية في الماء ، لذا فهو يتواجد في جميع أنواع المياه السطحية والجوفية.وقد حدد تركيزه المسموح به في مياه الشرب وفق المنظمة العالمية للصحة OMSبـ 100مغ/ل. [15] [18]

7-1-5-الكلور (Cl^-):

يتواجد عنصر الكلور في جميع أنواع المياه الطبيعية و لكن بتراكيز متفاوتة . يقدر التركيز المسموح به حسب المنظمة العالمية للصحة (OMS) في مياه الشرب بـ 200 مغ /ل. [15] [18]

7-2-العناصر غير المرغوب فيها:

7-2-1-الحديد(Fe^{2+}):

يعتبر الحديد عنصر اساسي في تغذية جسم الانسان وبناءه يتواجد بتراكيز مرتفعة في المياه السطحية مقارنة بالمياه الجوفية ويعود وجود الحديد في المياه لانحلال المركبات الحديدية المكونة للتربة .

في المياه السطحية الأكثر تهوية، الحديد يوجد على شكل Fe^{2+} غير ان خاصيته السريعة للتاكسد فقد يتحول الي Fe^{3+} و يترسب على شكل هيدروكسيد الحديد $Fe(OH)_3$؛ اما بالنسبة لحدود القابلية للشرب حسب المنظمة العالمية لصحة OMS 0.1 ملغ/ل. [15]

7-2-2-النترات No_3:

النترات بنسب مرتفعة في مياه الشرب يمكن أن تسبب التهاب الأغشية المخاطية الأمعاء عند البالغين . [15]

7-2-3-النتريت NO_2:

النتريت الزائد في مياه الشرب يمكن أن يسبب انخفاض ضغط الدم لدى البالغين و امراض خطيرة في الدم عند الرضع. لذلك ينصح بعدم شرب مياه تحتوي على أكثر من 0.1 ملغم/لتر في نيتروجين النيتريت. [15]

7-2-4-فلوريد F^-:

توجد آثار للفلوريدات في العديد من أنواع المياه، وتوجد أعلى مستوياتها في كثير من الأحيان في المياه الجوفية. لا يوجد ما يشير إلى وجود أي آثار ضارة مرتبطة به تركيزات منخفضة نسبيا التي يتعرض لها البشر عادة. يعتبر بشكل عام أن المحتوى المنخفض من أيون الفلورايد في الماء (0.5 ملغ/ لتر) مناسب للتكوين.

يقوي مينا الأسنان ويحمي الأسنان من التسوس. قد تظهر جرعات أكبر من 1.5 ملغم / لتر بقع على مينا الأسنان من التكلس وفقدان الأسنان مع مرور الوقت. [15]

7-3-العناصر السامة:

للعناصر السامة الموجودة في الماء تأثير مباشر على الصحة، ومن بينها المعادن الثقيلة كالزئبق والرصاص والنحاس والكادميوم (Cd^{2+})الكروم (Cr^{2+})، والمبيدات الحشرية والهيدروكربونات. في الوقت الحالي، بالنسبة للعناصر السامة الموجودة في الماء، فإن المستويات المسموح بها أصبحت في حدها الأدنى بشكل متزايد، وفي بعض الأحيان النظام العالميOMS للملغ / لتر. [15] [18]

II-8-خلاصة الفصل :

يُعَدُّ الماء من أهم العناصر الأساسية للحياة على كوكب الأرض. فهو المكوِّن الرئيسي للأحياء ويُشكل النسبة الأكبر من كتلة جسم الإنسان والحيوانات والنباتات. يمتلك الماء خصائص فيزيائية وكيميائية فريدة، مثل القدرة على إذابة العديد من المواد، والتوصيل الحراري، والتوتر السطحي العالي، مما يجعله وسيطاً فعالاً في العمليات البيولوجية والكيميائية.

الفصل الثالث:

طرق تحلية المياه

III-1-تمهيد:

تتم عملية تحلية المياه بعدة طرق لازالة الاملاح والمعادن الزائدة من المياه المالحة لجعلها صالحة للشرب او استخدامات اخرى كالري والصناعة. تختلف هذه الطرق في تقنياتها وتكلفتها وكفاءتها حيث يعتمد اختيار طريقة التحلية على تحقيق عدة عوامل كالفعالية والنوعية الاقتصادية ايضا والاستخدام النهائي لاغراض مختلفة .

III-2-الهدف:

تلعب تحلية المياه دورا هاما في توفير مصادر مستدامة للمياه في المناطق ذات ندرة في المياه او عندما تكون المياه قليلة الملوحة مثل المياه الجوفية حيث يكمن الهدف الرئيسي لتحلية المياه تحويل المياه الجوفية او السطحية الى مياه صالحة للشرب او الاستخدام الصناعي او الاستخدمات الزراعية وغيرها من الاستخدمات الاخرى. تختلف طرق تحلية المياه و الهدف واحد وهو تحسين جودة المياه بازالة المواد الضارة و الاملاح الزائدة .

III-3-طرق تحلية المياه:

3-1-تحلية المياه بالتقطير :

هو عملية تتضمن التبخر والتكثيف واستعادة الحرارة الناتجة عن التكثيف تعتمد هذه الطريقة على رفع درجة حرارة (التسخين) المياه المالحة الى درجة الغليان وتكوين بخار الماء ثم يتم تكثيف البخار للحصول على مياه صالحة للاستعمال (نقية) هناك انواع مختلفة من اهم طرق التقطير الوميض متعدد المراحل ،تقطير متعدد التاثير، تقطير الحراري ،التقطير باستخدام الطاقة الشمسية، تقطير بطريقة البخار المضغوط. [7]

3-2-التبادل الايوني :

هي طريقة لتحلية المياه تعتمد على استخدام رتنجات تبادل ايوني مصنوعة من البوليمرات غير قابله للذوبان تحتوي على مجموعات وظيفية قادرة على استبدال الايونات غير مرغوب فيها بايونات مرغوب بها دون تغيير الظاهر في الخصائص الفيزيائية هناك نوعان رئيسيان من رتنجات التبادل الايوني هما : [6]

3-2-1- راتنجات تبادل الكاتيون : تنقسم بدورها لفئتين:

3-2-1-1-راتينجات التبادل الكاتيوني شديدة الحموضة :

تستمد راتينجات التبادل الكاتيوني شديدة الحموضة وظيفتها من مجموعات السلفوبك HSO_3، حموضتها قريبة من حموضة الكبريتيك تعمل هذه الراتنجات (CF) بشكل جيد في جميع نطاقات الاس الهيدروجيني .يتم استخدامها في دورة الصوديوم (الصوديوم كايون متحرك) للتليين وفي دورة الهيدروجين لازالة الشوائب وعند استخدامها في ازالة المعادن، تقوم الرتنجات بازلة جميع كاتيونات الماء الخام تقريبا واستبدالها بايونات الهيدروجين، كما هو موضح.

$$R–H + Na^+ \longrightarrow R–Na + H^+$$

3-2-1-2-راتنجات التبادل الكاتيوني ضعيفة الحموضة:

تستخدم راتنجات التبادل الكاتيوني ضعيفة الحموضة في المقام الأول للتليين و إزالة القلويات من المياه عالية الصلابة والقلوية .تستمد هذه الراتنجات نشاطها التبادلي من مجموعات كربوكسيلية COOH وتسمى بالمبادلات المزيلة للبيكربونات كما يوضحه تفاعلين التاليين:

$$2R–COOH + Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow (R–COO)_2Ca + H2CO_3$$

$$2R–COOH + CaC\ell_2 \longrightarrow (R–COO)_2Ca + 2HC\ell$$

3-2-2-راتنجات التبادل الأيوني: وتنقسم بدورها لفئتين:

3-2-2-1-الرتينجات الأساسي القوي :

له صيغة عامة (R–OH) تتمتع بالوظيفة الهيدروكسيلية (OH^-) او الكلوريد (Cl^-) وتستمد الراتينجات وظائفها من المجموعات الوظيفية للامونيوم الرباعي NH_4^+

3-2-2-2-الرتنجات الاساسي الضعيف

تنشأ وظيفة الراتينج الأساسي الضعيف في مجموعات أمنية ثنائية أو ثلاثية .تعمل على نزع شوارد السالبة الناتجة عن الاحماض القوية فقط.

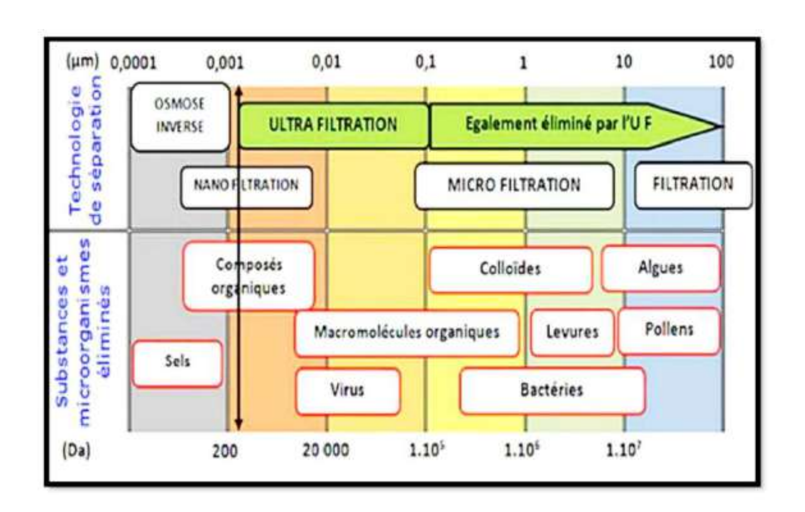
3-3- الفصل بالاغشية :

3-3-1-الترشيح الدقيق: تعد تقنية الترشيح الدقيق من اهم الطرق المهمة والاكثر استخداما لمعالجة المياه في معظم الحالات وتستخدم كمعالجة مسبقة لبعض التقنيات الاخرى تستخدم هذه التقنية أغشية ذات مسام صغير تتراوح بين 0.1 الى 10 ميكرومتر عند ضغط منخفض واحد الى اثنان بار وتكون دورة السائل إما عرضيا او اماميا للغشاء يسمح بتعليق الجسيمات العالقة و كذلك البكتيريا والفيروسات بالاضافة الى الاجسام الغروية والكائنات الحية الدقيقة الاخرى. [3]

3-3-2-الترشيح الفائق : هو عملية تستخدم أغشية نصف نافذة دقيقة المسام ذات أقطار مسام أصغر تتراوح بين 0.01 و 0.1 ميكرومتر، مما يجعل من الممكن فصل المواد الصلبة العالقة والجزيئات ذات الكتلة المولية العالية(البوليمرات والبروتينات والغرويات) . كما تعمل هذه العملية عند ضغط منخفض نسبيا مقارنة بعمليات الترشيح الاخرى مثل التناطح العكسي . [4]

يتم إستخدام هذه التقنية لإزالة المواد الموجودة في النفايات السائلة أو في المياه الاستخدام في المنزلي والصناعي والطبي.

3-3-3-ترشيح النانوي : هذه التقنية تقع بين التناضح العكسي والترشيح الفائق لأن الأخير يعمل عند ضغط منخفض يتراوح من 5 الى 10 بار . تعمل تقنية الترشيح النانوي على الإحتفاظ بالمواد المذابة ذات الأوزان الجزيئية المنخفضة مثل الأملاح الثنائية ، والمعادن الثقيلة و الجزيئات العضوية الكبيرة . [2]



الشكل III- 1 أحجام المواد التي تتم إزالتها بواسطة عمليات الغشاء

3-3-4-التناضح العكسي:

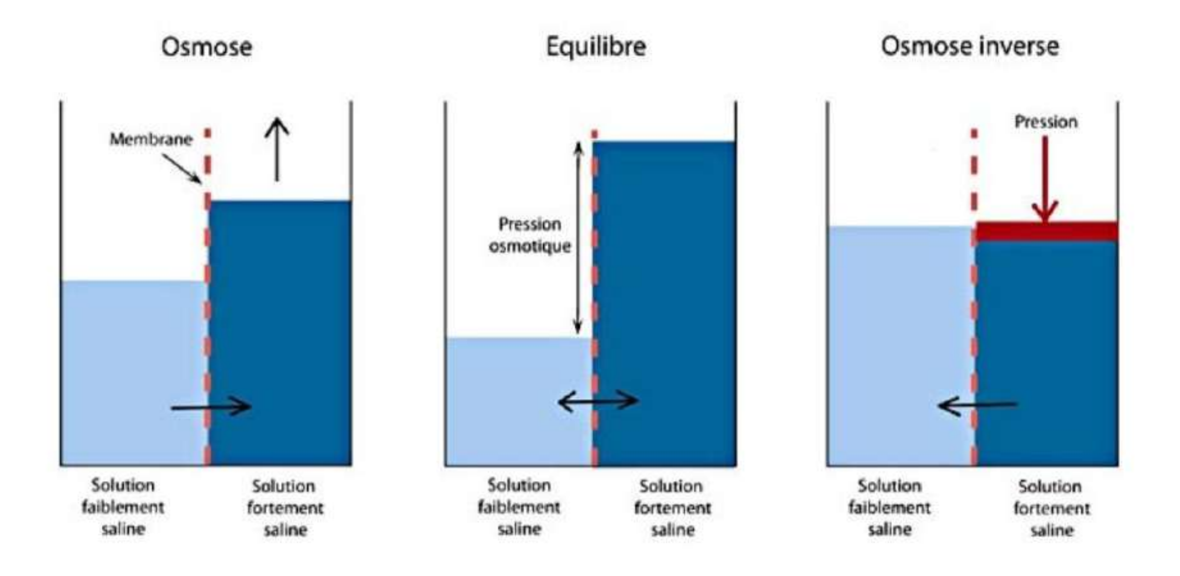
3-3-4-1-مفهوم التناضح العكسي: هو عملية معاكسة لمبدا التناضح الطبيعي الذي يتم بوجود محلولين مائيين مختلفي التركيز يفصل بينهما غشاء شبه منفذ يشكل حواجز غير قابلة للعبور أمام جميع الأجسام الذائبة (في الحالة الجزيئية أو الغروية)؛ ينتقل المذيب (عادة ما يكون الماء) عبر الغشاء تحت تاثير تدرج التركيز من المحلول الاقل تركيز الى المحلول اكثر تركيز، ويحدث ذلك بسبب وجود ضغط يسمى الضغط الأسموزي إذا طبقنا ضغطاً أكبر من الضغط الأسموزي فإن الماء سيعبر الغشاء في الإتجاه المعاكس لتدفق الأسموزي وهذه هي ظاهرة التناضح العكسي. [5]



الشكل III- 2 طريقة التناضح العكسي *[10]*

3-3-4-2-الضغط الاسموزي :

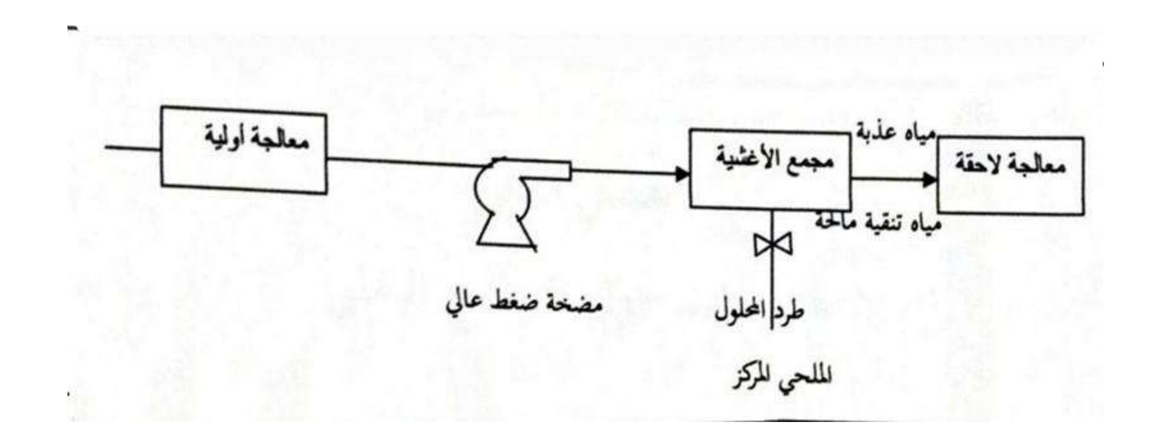
يمكن حساب الضغط الاسموزي الدى يمارسه المداب باستخدام قانون (vanthof) والدي ينص على ان الضغط التناضحي الدي يمارسه الجسم في الحالة الغازية المثالية في نفس الحجم (v) وبنفس درجة الحرارة (t) فيكون الضغط الاسموزي اكبر بكثير ادا تم فصل المادة المدابة الى الايونات .[1]



الشكل III- 3 الضغط الأسموزي*[10]*

3-3-4-3-مكونات وحدة التناضح العكسي :

تتكون عادة من عد مكونات أساسية تعتمد على تصميم وتطبيقات مختلفة لوحدات التناضح العكسي في مجال تحلية المياه يمثل التخطيط التالي لمكونات وحدة التناصح العكسي: [10]



الشكل III- 4 يوضح مكونات وحدة التناضح العكسي *[10]*

3-3-4-4-المعالجة المسبقة :

تلعب دوراً هاماً في وقاية المرحلة اللاحقة من أضرار جسيمة تكلف كثيرا من الجهد والمال .

تهدف هذه المرحلة إلى تقليل إمكانية فساد تكلس و إنحلال أغشية التناضح العكسي خلال فترات التشغيل وتساعد أغشية التناضح العكسي على العمل بشكل أفضل وتدوم لفترات أطول تتكون المياه من عدة مكونات مختلفة (الاملاح والمعادن والطحالب وحيوانات دقيقة) لإختلاف مصادرها وتأثيرها بسبب العوامل التلوث المحلية والموسمية . [4]

حيث تعتمد سرعة إتساخ أغشية التناضح و إنسدادها على جودة المياه الأتية من المرحلة التي تسبقها ؛ لذلك يجب أن تكون سلسلة المعالجة المسبقة مصممة وفقاً للخصائص المياه الخام من أجل تقليل الخصائص التالية:

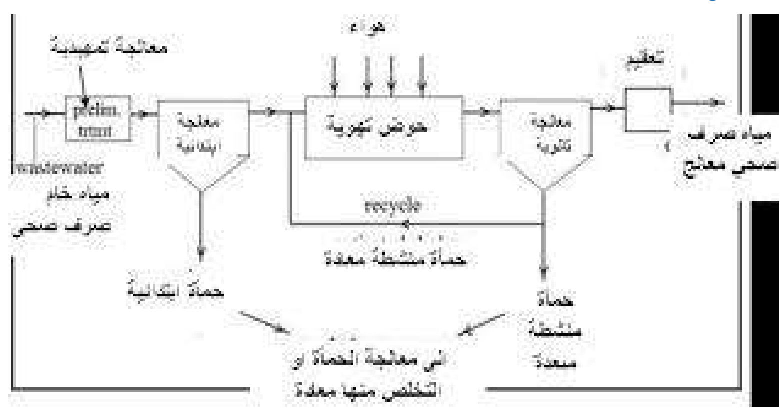
- العكارة والمواد الصلبة العالقة: يجب أن تكون درجة العكارة أقل من 0.1 لكي تكون فعالة .
- مؤشر الإنسداد : من المعتقد عموماً أن لمياه التغذية يجب أن يكون اقل من اربعة في حالة التناضح العكسي .
- تم تصميم المعالجات المسبقة لجعل للمياه أقل من هذه القيمة .

3-3-4-5-قوالب المعالجة المسبقة:

تنقسم قوالب المعالجة المسبقة إلى فئتين التقليدية و الغشائية :

- المعالجة التقليدية:

تستخدم معظم محطات التناضح العكسي عملية معالجة مسبقة تقليدية تتكون عموماً من معالجة فيزيائية و كيميائية . تشمل المعالجات الفيزيائية المرشحات المسبقة الميكانيكية والمرشحات الخرطوشية والترشيح الرملي . كما تتكون المعالجة الكيميائية من اضافة المثبطات التحجيم ومواد المخثرة والمطهرات . يوضح الشكل السابق خطوات عملية المعالجة المسبقة التقليدية :



الشكل III- *5* المعالجة التقليدية[10]

- المعالجة الغشائية :

نظراً لحساسية أغشية التناضح العكسي للإنسداد كان من الضروري إضافة المعالجة بالأغشية ذات الضغط المنخفض مثل الترشيح الدقيق والترشيح الفائق والترشيح النانوي لضمان الأداء المستقر للتناضح العكسي على المدى الطويل .

تهدف المعالجة الغشائية لتقليل الانسداد وتحسين جودة المياه المنتجة وزيادة عمر الاغشية.

3-3-4-6-ضخ الضغط العالي : يتم في هذه المرحلة رفع ضغط تدفق المعالج أولياً إلى مستوى الضغط يناسب الاغشية حسب نسبة الأملاح في الماء الخام.

3-3-4-7-مرحلة ما بعد الإنتاج: أو ما يسمى بالتثبيت تهدف هذه المرحلة لإعادة تمعدن المياه عن طريق إضافة مصدر أخر للمياه مثل المياه الخام للمحطة لضبط الملوحة الى مستويات آمنة للاستهلاك وفق معايير المنظمة العالمية للصحة OMS . تنقسم هذه المرحلة لقسمين وهما:

- ضبط : يتم في هذه المرحلة فحص المياه الناتجة من الأغشية وضبط رقمها الهيدروجيني الذي ينخفض عادة نتيجة الضغط الاسموزي ويتم تعديله في حدود 7 بإضافة مواد كيميائية مثل الصودا .
- التطهير : يتم إضافة الكلور بنسبة تتراوح ما بين 0.1 الى 0.5 جزء بالمليون الى الماء المتجه إلى التخزين أو التوزيع عبر الشبكة وذلك تحصيناً للمياه من البكتيريا عند تعرضها للعوامل الطبيعية والحماية المستهلكين.

3-3-4-8-أوضاع تشغيل نظام الغشاء :

أنظمة الاغشية لها طريقتين لتشغيل وهما كالتالي: [10]

- الترشيح الأمامي :

في هذه الطريقة يتدفق السائل المراد ترشيحه مباشرة من خلال مادة الترشيح التي هي الغشاء أو المرشح . يتم الإحتفاظ بالجسيمات الصلبة و الجزيئات غير مرغوب فيها و التي يكون حجمها أكبر من مسام المرشح .

يؤدي سحب الجزيئات ترسبها على سطح المرشح وتشكل طبقة من تلك الرواسب بمرور الوقت يحدث إنسداد المرشح وتغيره.

- التصفية المسامية:

يتدفق السائل في هذه الطريقة بشكل موازٍ لسطح المادة الترشيح بدلاً من مرور المباشر من خلالها . يتم دفع السائل عبر الغشاء مما يفصل الجزيئات الغير مرغوب فيها، بينما يتدفق الجزءِ الأكبر من السائل على طول السطح الغشاء مما يساعد في تقليل التراكم الجزيئات عليه.

3-3-4-9-أنواع أغشية التناضح العكسي: [10]

- أغشية مصنوعة من مواد عضوية.
- أغشية مصنوعة من مواد معدنية أو غير عضوية.
- أغشية من مواد مركبة.
- أغشية مشحونة كهربائياً .

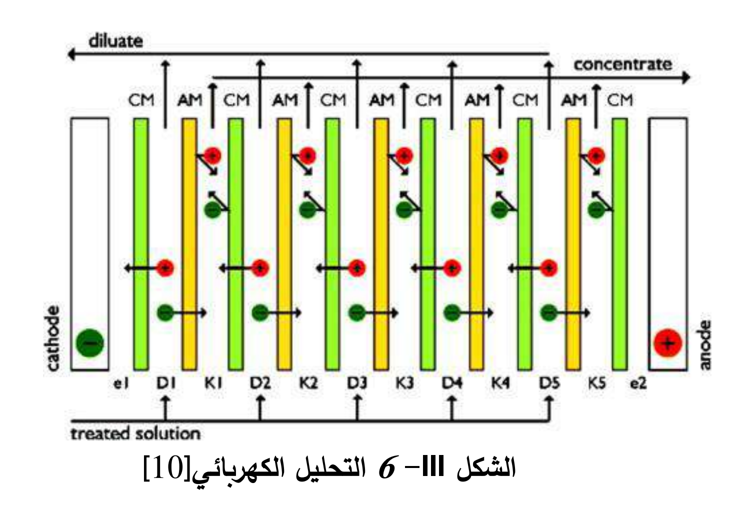
3-3-4-10-أنواع وحدات التناضح العكسي : [10]

- وحدات في شكل أنبوبي.
- وحدات آلياف المجوفة.
- وحدات لوحة.
- وحدات اللولبية.

3-3-4-11-الإنسداد :

هو مجموعة آليات التي تحد من تدفق التخلل عبر الغشاء ، ويمكن وصف الإنسداد أيضا بأنه جميع الأحداث المتضمنة في تغيير قدرات الترشيح للغشاء . ينتج ذلك عن تراكم الجزيئات الكبيرة على السطح او داخل الأغشية . يمكن تصنيف ظاهرة الإنسداد إلى أربعة فئات في حالة التناضح العكسي : ترسيب المركبات غير عضوية على الغشاء (الإنسداد عن طريق التحجيم) ،تكوين الرواسب بواسطة جسيمات أو مواد عضوية على الغشاء (الإنسداد عن طريق الايداع) ، تكوين الاغشية الحيوية و إفرازها في الموقع البوليمرات الخارجية على الغشاء (الإنسداد الحيوي) ، رابعاً الإمتزاز في الغشاء (الإنسداد الإمتزاز).

3-3-5-التحليل الكهربائي : هو تقنية غشائية تستخدم أغشية التبادل الأيوني . القوة الدافعة هي التيار الكهربائي الذي يسمح بإزالة الأيونات من محلول الذي يجب تحليته (مياه البحر ومياه قليلة الملوح) . تعمل هذه التقنية بمبدأ إذا تعرض سائل غني بالأيونات الى مجال كهربائي بفضل قطبين كهربائيين يطبق بينهما فرق جهد مستمر فإن الكاتيونات ستتحرك نحو القطب السالب بينما ستتجه الايونات نحو القطب الموجب وكلما كانت المياه أكثر ملوحة كلما زادت استهلاك الكهربائية. [7]



الشكل III- 6 التحليل الكهربائي[10]

3-4-طريقة الترسيب:

تتعدد طرق الترسيب في تليين المياه وتهدف لهدف واحد وهو تقليل من صلابة المياه و عدوانيته . يقوم مبدأ عملية الترسيب بتحويل العسر الناتجة عن أملاح الكالسيوم (البيكربونات ، الكبريتات) إلى كربونات الكالسيوم وتحويل العسرة الناتجة عن الأملاح المغنيسيوم الى هيدروكسيد المغنيسيوم. [6] [14]

3-4-1-طريقة إضافة الجير منفرد :

تعتمد طريقة إضافة الجير المنفرد على استخدام الجير فقط بهدف تخفيض العسرة الكربوكسيلية وذلك بالتقليل تركيز أيونات الكالسيوم في الماء دون تأثير على الصلابة الكربونية وعلى الصلابة المغنيسيوم .و المعادلة الكيميائية التي تحكم التفاعل الذي تقوم عليه هذه العملية كالتالي:

$$Ca\ (HCO_3)_2 + Ca\ (OH)_2 \longrightarrow 2CaCO_3 + 2H_2O$$

للحصول على نتائج وفق هذه العملية لابد من :

- إضافة الجير بما يساوي من مقدار كمية البيكربونات الموجودة في المياه (HCO_3^-)
- ترك 40 ملغ/لتر من ($CaCO_3$)
- بعد عملية الترسيب نقوم بإضافة ثاني اكسيد الكربون بمقدار ما يوجد من CO_3^{2-}

3-4-2-طريقة إضافة الجير مع الصودا :

يتم إستخدام هذه الطريقة بظاهرتين مختلفتين:

- الترسيب (لجزء من صلابة الكربونات) .
- تفاعل التبادل الصوديوم والكالسيوم (للجزء من الصلابة غير الغازية المرتبطة بالكالسيوم) .

كما هو موضح في التفاعلات التالية:

$$Ca(HCO_3)2 + Ca(OH)2 \longrightarrow 2CaCO_3 + 2H_2O$$

$$Na_2CO3 + CaSO4 \longrightarrow CaCO_3 + Na_2SO_4$$

$$Na_2CO_3 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCO_3 + 2NaOH$$

$$2NaOH + Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow CaCO_3 + Na_2CO_3 + 2H_2O$$

وللحصول على نتائج مرضيه نتبع التالي :

- نضيف الجير بما يساوي من مقدار كمية البيكربونات الموجودة في المياه (HCO_3^-)
- نقوم بترك 40 ملغ من $(CaCO_3)$
- نضيف كمية الصودا بمقدار ما توجد صلابة غير كربونية مرتبطة بالكالسيوم
- إضافة ثنائي أكسيد الكربون بمقدار (CO_3^{2-})

3-4-3-طريقة إضافة زائدة للجير :

تستخدم العملية بإضافة كمية زائدة من الجير للمياه للتقليل من صلابة المياه المتضررة من صلابة الكربونات المرتبطة بالكالسيوم والمغنيسيوم وفق التفاعلات الكيميائية التالية:

$$Ca(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow 2CaCO_3 + 2H_2O$$

$$Mg(HCO_3)_2 + 2Ca(OH)_2 \longrightarrow Mg(OH)_2 + 2CaCO_3 + 2H_2O$$

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3$$

و لتطبيق هذه العملية:

- يجب اضافة كمية من الجير اكبر من 50 ملغ/لتر مجموع كميات البيكربونات والمغنيسيوم

$$[Ca(OH)_2]=[Mg^{2+}] + [HCO_3^-]+50$$

- ترك 40 ملغ/لتر من الكربونات الكالسيوم $CaCO_3$
- ترك 10 ملغ/لتر من $Mg(OH)_2$
- تحويل جميع الأيونات (OH^-) إلى ثنائي اكسيد الكربون إضافة (CO_2) لتحويل CO_3^{2-} إلى HCO_3^-.

3-4-4-طريقة إضافة الجير و الصودا بزيادة :

تتيح هذه العملية أولاً تقليل صلابة الكربونات المرتبطة بالكالسيوم والمغنيسيوم وثانياً تقليل الصلابة غير كربونية الدائمة و اللحظية .

توضح التفاعلات التالية العمليتين:

$$Ca(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow 2\,CaCO_3 + 2H_2O$$

$$Mg(HCO_3)_2 + 2\,Ca(OH)_2 \longrightarrow 2\,CaCO_3 + Mg(OH)_2 + 2H_2O$$

- نضيف كمية الجير بنفس إضافة طريقة الجير بزيادة؛
- نترك 40 ملغ/لتر من ثاني اكسيد الكربون و 10 ملغ من $Mg(OH)_2$ ؛
- إضافة 50 ملغ/لتر من CO_2 للحصول على ترسيب الجير الزائد ؛
- نضيف كمية من الصود بقدر ما توجد صلابة غير غازية ؛
- إضافة كمية كافية من CO_2 لتحويل أيونات OH^- و CO_3^{2-}إلى HCO_3^- .

III-4-خلاصة الفصل :

في الختام، تُعَدّ تحلية المياه من الحلول الحيوية لتلبية احتياجات المياه العذبة في المناطق التي تعاني من شح الموارد المائية. تعددت طرق التحلية بين التناضح العكسي، التقطير بمختلف أنواعه، التجميد، التحليل الكهربائي، والتحلية باستخدام الأغشية النانوية. إن تطوير وتحسين تقنيات تحلية المياه يلعب دورًا محوريًا في مواجهة التحديات المائية المستقبلية وضمان استدامة الموارد المائية للأجيال القادمة.

الجانب التطبيقي

الفصل الرابع :

تعريف محطة الدراسة

IV-1-تمهيد :

محطة تحلية مياه الشرب في تقرت تعد واحدة من المشاريع الهامة التي تهدف إلى توفير مياه شرب نقية لسكان المنطقة. التحلية هي عملية تحويل المياه المالحة إلى مياه عذبة صالحة للشرب من خلال إزالة الأملاح والشوائب منها. تقرت، التي تقع في الجنوب الشرقي من الجزائر، تعاني من نقص في مصادر المياه العذبة، مما يجعل هذه المحطة ضرورة حيوية لضمان تلبية احتياجات السكان من المياه النظيفة. تستخدم المحطة تقنيات مختلفة مثل التناضح العكسي، التي تعتمد على ضغط المياه المالحة عبر أغشية خاصة تسمح بمرور جزيئات الماء وتمنع مرور الأملاح .إن إنشاء وتشغيل محطة تحلية المياه في تقرت يمثل خطوة كبيرة نحو تحسين جودة الحياة في المنطقة، حيث يسهم في توفير مياه صالحة للشرب للمنازل ، ويدعم التنمية الاقتصادية من خلال تعزيز الأمن المائي.

IV-2-التعريف بالمحطة :

محطة تحلية المياه في تقرت، التي أنجزتها شركة METITO، تقع في بلدية النزلة بالقرب من الطريق الوطني رقم 3 المؤدي إلى ولاية ورقلة. تمتد مساحة المحطة إلى حوالي 4 هكتارات. تستخرج المحطة المياه من طبقة الألبانية التي تصل درجة حرارتها إلى 60 درجة مئوية، حيث تقع على عمق 1700 متر تحت سطح الأرض. يتم استخراج المياه من أربعة آبار وهي: عين صحراء 1، عين صحراء2، سيدي مهدي 2، وسيدي مهدي 3.تعتمد المحطة على تقنية التناضح العكسي لتحلية المياه الألبيانية، وذلك بعد تبريد المياه إلى 30 درجة مئوية باستخدام أبراج التبريد لحماية المعدات من التلف. تهدف المحطة إلى تحسين نوعية مياه الشرب للسكان وتقليل ملوحتها، وتتمكن من معالجة كمية مياه تصل إلى 3450 متر مكعب يوميا. [15]

IV-3-خطوات تهيئة المياه قبل المعالجة :

3-1-البئر :

يتم فيه تزويد المحطة بالمياه من عمق 1700 متر ودرجة حرارة 60 درجة مئوية رغم درجة حرارتها العالية. ألا أنها تتميز بقوة تدفق هائلة وملوحة أقل ، وتستخرج المحطة المياه الألبيانية الجوفية عبر أربع أبار تسمى عين الصحراء 1 وعين

الصحراء 2 وسيدي مهدي 2 وسيدي مهدي 3 بئرين يدخلان المحطة من أجل تحلية وبئرين يتجيهان للمستهلك دون تحلية (سيدي مهدي 3 و 2). [15]

3-2-أبراج تبريد المياه :

تحتوي المحطة على 20 مبرد أي أربع خطوط تبريد لكل خط خمسة مبردات تقوم بخفض درجة حرارة المياه الجوفية من 60 درجة مئوية إلى 30 درجة مئوية عن طريق التهوية والتي تكون على الاتصال المباشر الهواء مع الماء .تهدف عملية أبراج تبريد لحماية أغشية التناضح العكسي من التلف لذلك عندما نقوم بـاستخراج المياه الألبيانية لتبريدها تمر عبر قناة رئيسية مصنوعة من مواد مقاومة للحرارة PRV لتصل إلى أبراج التبريد قبل دخولها للأبراج نقوم بحقن المياه بمواد كيميائية كالتالي: [15]

- الكلور : للتعقيم
- مادة المضادة للتكلس : الغرض منها حماية الأنابيب من الترسبات الملحية .
- الحمض : تأكل الترسبات الملحية

3-3-خزان المياه الألبيانية :

يتم تخزين المياه الألبيانية المبردة من خطي عين صحراء 1 وعين صحراء 2 من قبل أبراج تبريد في خزان المياه سعته 5000 متر مكعب يبلغ عمقه أربع أمتار. مزود بجهاز حساس يقيس مستوى المياه في الخزان وكذلك درجة الحرارة والقياس PH و الناقلية . [15]

3-4-محطة الضخ مرتبطة بخزان المياه الألبيانية : تعمل المحطة على جذب المياه من الخزان ودفعها بواسطة المضخات الموجودة داخل المحطة. تدفع المياه لمرحلة الترشيح الرملي والأخرى احتياطية لكي لا تتوقف المحطة عن العمل. [15]

IV-4-مراحل تحلية المياه :

4-1-المرحلة الأول (الترشيح الرملي) :

تقوم المرشحات الرمية على ترشيح المياه وإزالة المواد العالقة وفصل الشوائب عن المياه بالإضافة لنزع الروائح وذلك بفضل الطبقات المختلفة (الحصى ، الرمل ، الفحم النشط) في كل فلتر.

4-2-المرحلة الثانية (الترشيح على الخرطوش): نقوم بهذه المرحلة من أجل حماية وحدة التناضح العكسي، بإضافة أنها أفضل من الترشيح الرملي في فصل المواد العالقة والجزيئات التي لا يتم فصلها أو نزعها خلال عملية الترشيح الرملي والتي تكون أقل من 5 ميكرون.

4-3-المرحلة الثالثة (مضخة الضغط العالي):

تقوم المضخة بسحب المياه من المرشحات الخرطوشية وتزويدها بالضغط المطلوب لعبور مسامات الأغشية الخاصة بالتناضح العكسي. هذا يضمن إنتاج مياه نظيفة وخالية من الشوائب والأملاح.

4-4-المرحلة الرابعة(وحدة التناضح العكسي):

يتكون نظام التناضح العكسي من ثلاثة خطوط متطابقة موضوعة بالتوازي. كل خط من هذه الوحدة يتألف من مرحلتين بنسبة خطوط الضغط. في المرحلة الأولى، تحتوي الوحدة على 44 أنبوب ضغط، يتم استقبالها جميعًا بالتوازي بمعدل تدفق مرتفع. ينقسم التدفق الوارد إلى تدفقين: 50% ماء تناضح و50% ماء مالح (تصريف) ، مضخة الضغط. تحتوي المرحلة الثانية على 22 أنبوب ضغط تعمل بالتتابع مع المرحلة الأولى وتستقبل 50% من المياه المالحة (نفايات) من المرحلة الأولى، ولا تنتج مياه تناضح عكسي. يتم دمج إنتاج المرحلة الثانية مع إنتاج المرحلة الأولى، مما يعطي إجمالي إنتاج خط التناضح العكسي (صرف 25%). في النهاية، يتم وضع أغشية وحدة التناضح العكسي في مراحل غشائية من نوع الرفض المتسلسلة بمعدل تحويل إجمالي يبلغ 75%.[15]

4-5-المرحلة الخامسة :

وتنقسم هذه المرحلة إلى ثلاث خطوات :

- مرحلة التنظيف: في هذه المرحلة، يتم تنظيف الأغشية المستخدمة في نظام التناضح العكسي. الأغشية حساسة للإنسداد ، لذا من الضروري تنظيفها بانتظام لضمان كفاءة النظام والحفاظ على جودة المياه المنتجة.
- خزان الخلط: في هذه الخطوة، يتم خلط المياه الناتجة عن عملية التناضح العكسي (المياه المعالجة) مع المياه الخام (المياه غير المعالجة). الهدف هو تعديل مستوى الملوحة بحيث لا تتجاوز 600 ppm. يتم ذلك لضمان توازن الملوحة في المياه المنتجة. يتم تحقيق الطاقة والإنتاجية المطلوبة بمعدل 400 لتر في الثانية.
- محطة ضخ التصريف: تتضمن هذه الخطوة محطة لضخ المياه المعالجة تحتوي على قوة ضخ بقدرة إجمالية تصل إلى 381 متر مكعب/الساعة، مع معدل تحويل يبلغ 25%.[15]

IV-5-خاتمة الفصل :

أثبتت الدراسة أن محطة تقرت لتحلية المياه توفر حلاً مناسبا لمشكلة نقص المياه في المنطقة، مما يعزز من الأمن المائي ويسهم في استقرار المجتمعات المحلية. كذلك، توصي الدراسة بضرورة متابعة وصيانة المحطة بشكل دوري لضمان استمرار كفاءتها وفعاليتها على المدى الطويل.

الفصل الخامس :

الأدوات و الأساليب

V-1-تمهيد :

تُزود مدينة تقرت بالمياه الصالحة للشرب المستخرجة من الآبار، وهي المياه الجوفية. تصل المياه الصالحة الشرب للمستهلك بعد المرور بعدة مراحل وطرق وتقنيات مثل الترسيب وتناضح العكسي وتبادل الأيوني وغيرها . نجد في تقرت العديد من المحطات لتحلية المياه بطرق مختلفة لإزالة صلابة المياه أو التقليل من العناصر المسؤولية عن صلابتها . لذا قمنا بدراسة تجريبية لطريقتين الترسيب بالجير ر $[Ca(OH)_2]$ وكربونات الصوديوم (Na_2CO_3) وطريقة التناضح العكسي للحصول على مياه تتوافق مع معايير منظمة الصحة العالمية.

V-2-تعريف العينات:

- عينة من مياه لطريقة التناضح العكسي
- عينات من مياه الخام لطريقة الترسيب .

V-3-طريقة جمع العينات:

- نقوم بجمع العينات في قارورة بلاستيكية جديدة.
- نفتح الصمام لمدة خمس دقائق لتصريف العوالق.
- اغسل القارورة بالماء المقطر لتعقيمها.
- نأخذ القارورة ونضع ملاحظة مع مرجع الماء.
- ندع الماء يجري في قارورة و نغسلها ثلاث مرات بماء مقطر للحفاظ على خصائصها.
- نملأ القارورة ثمّ نغلقها بإحكام

V-4-المعدات:

4-1-متعدد المعلمات:

هو جهاز يسمح بقياس العوامل الكيميائية المختلفة مثل قياس الرقم الهيدروجيني أو الموصلية. يقوم الجهاز بتغيير الوضع حسب المسبار المتصل به. يتيح هذا الجهاز المدمج والمحمول إجراء قياسات سريعة وموثوقة، سواء داخل المختبر أو خارجه.





الشكل V- 1 جهاز متعدد المعلومات

طريقة العمل :

يتم غسل المستشعر بالماء المقطر، ثم يتم ضبط الجهاز وغسله بماء العينة المراد قياسها ثم تجفيفه بالورق التجفيف ونغمسه في الدورق الذي يحتوي على الماء المراد قياسه، ثم نضغط على زر الإدخال وننتظر حتى تظهر النتيجة المسجلة على الشاشة .

4-2-جهاز PH-métre :

هو جهاز إلكتروني يستخدم لقياس الرقم الهيدروجيني لسائل معين .



الشكل V- 2 جهاز PH-métre

طريقة العمل :

يتم غسل المستشعر بالماء المقطر ، ثم يتم ضبط الجهاز وغسله بماء العينة المراد قياسها ثم تجفيفه بالورق التجفيف ونغمسه في الدورق الذي يحتوي على الماء المراد قياسه، ثم نضغط على زر الإدخال وننتظر حتى تظهر النتيجة المسجلة على الشاشة .

4-3- جهاز conductimètre:

يستخدم هذا الجهاز لقياس الناقلية النوعية و مراقبة الجودة والتحكم في المياه النقية ومياه الشرب ومياه الصرف الصحي أيضاً .



الشكل V- 3جهاز conductimètre

طريقة العمل :

نقوم بغسل الحساس بالماء المقطر ثم نضبط الجهاز ونغسله بماء العينة المراد قياسها ثم نخففه بورق تجفيف خاص ونغمسه في الدورق الذي يحتوي على الماء المراد قياسه ثم نضغط على زر conf ثم على الزر Read فيعطينا النتيجة على الشاشة القراءة .

4-4-العكارة :

تقاس بجهاز turbidimètre بتسليط الأشعة الضوئية ووحدته NUT .



الشكل V- 4 جهاز Turbidimètre

طريقة العمل :

تهيئة الجهاز من خلال وضع عينات خاصة NUT1000 أو NUT10 أو NUT0.02 ثم الضغط على الزر ON ثو الضغط على CAL ثم نضع العينة المراد قياسها في الجهاز ونضغط على الزر ENTRÉ وننتظر حتى يسجل الجهاز النتيجة على شاشة القراءة .

4-5-الميزان:

نقوم بقياس المواد الصلبة التي يحتويها الماء بوحدة mg/l بحيث نقوم بقياسها بواسطة الميزان الالكتروني الحساس وهو جهاز ميكانيكي يستخدم لتحديد كتلة الأجسام ، بحيث كتلة الأجسام تتراوح بين الكيلوجرامات و الميكروجرامات حسب السعة والاستخدام .



الشكل V- 5 الميزان

طريقة العمل :

نقوم بتشغيل الجهاز بحيث تظهر لنا على شاشة الميزان القيمة 0.00 غرام ، نقوم بإحضار كأس مدرج سعته ml100 ثم نضع فيه ml50 من ماء العينة المراد وزنها ، ثم نقوم بإحضار بيشر آخر سعته ml50 و نزنه فارغا بحيث يظهر لنا وزنه ، ثم نقوم بتسجيلها ثم نصفر الجهاز إلى 0 مع ترك البيشر فوق الميزان ، ثم نأتي بالعينة ونفرغها داخل بيشر وننتظر إلي غاية استقرار المؤشر وظهور علامة * فتظهر النتيجة بقيمة ونقوم بتسجيلها ، بعد ذلك نضع البيشر داخل الفرن التجفيف بدرجة حرارة 105° لمدة 24 سا ، بعد مرور 24 سا نقوم بإخراجه فنلاحظ تبخر الماء وتشكل راسب في قاع بيشر ونتركه يبرد لمدة 10د إلى 15د ثم نزنه من جديد ونسجل النتيجة لنتحصل على وزن البقايا الجافة وفي الاخير نحسب القيمة كتالي :

$$\frac{[\text{وزن البيشر بعد تجفيف} - \text{وزن البيشر وهو فارغ}] \times 1000}{\text{وزن الماء}}$$

4-6- جهاز Jar test :

ويتم تحديد هذه الكميات في المختبر عن طريق ما يسمى باختبار الجرة. وتتكون في صف من الاكواب الزجاجية الموضوعة أسفل المعدات مما يسمح بتقليبها جميعًا بنفس السرعة. تلقت الأكواب المختلفة كميات مختلفة من مواد الترسيب، وفي نهاية التجربة، نحدد أي منها هي الكمية التي تجعل من الممكن الحصول على أكبر قدر من الماء الشفاف وأفضل الكتل المترسبة. فيما يتعلق بسرعات التحريك، الشيء الوحيد المؤكد هو أن التخثر يتطلب سرعة التحريك السريع إلى حد ما (لكي يختلط الماء جيدًا وأن تكون الغرويات والكاتيونات المعدنية يلتقيان ويحيدان بعضهما البعض) وهذا التلبد – من جانبه – يتطلب سرعة بطيئة نسبيًا (من أجل تعزيز التقاء وتجميع الغرويات ولكن دون تدمير الكتل المتكونة بالفعل).



الشكل V– 6 : جهاز Jar test

4-7-جهاز SAA :

مطياف الامتصاص الذري ومطيافية الانبعاث الذري (SAA) ، يقوم هذا الجهاز بتحليل المعادن مثل الكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم و الرصاص والنحاس في العينات السائلة حيث يقوم بالتعرف على وجودها من عدمه بالإضافة إلى كميتها . يعتمد هذا الجهاز على مبدأ الامتصاص الذري اللهبي أي أن اللهب أساس في عمل هذا الجهاز ومن شروط التحليل لهذا الجهاز وجود محاليل قياسية بكمية معروفة حتى يتسنى للجهاز تقدير نسبة العينة إضافة إلي مصادر ضوئية لكل معدن مصدر ضوئي خاص به.



الشكل V– 7 جهاز Saa

طريقة العمل :

تعمل أجهزة الإستشعار على التحقق من إستخدام المستشعر الصحيح، بالإضافة إلى نظام السيفون ومراقبة مستوى السائل في حاويات النفايات. إشعال اللهب آليًا يتم التحكم فيه بواسطة الكمبيوتر، مع إضافة غازات إضافية للمذيبات العضوية تلقائيًا.

4-8-جهاز spectrophotomètre:

هو أداة تُستخدم لقياس كمية الضوء التي يمتصها محلول معين. يعتمد هذا الجهاز على مبدأ أن المواد الكيميائية المختلفة تمتص الضوء عند أطوال موجية مختلفة. يتكون جهاز المطياف الضوئي عادة من مصدر ضوء، ومكشاف، ونظام لاختيار الطول الموجي، وعينة محلول.



الشكل V- 8 جهاز spectrophotomètre

طريقة العمل :

يستخدم لقياس كمية الضوء التي يمتصها محلول معين بطريقة عمل التالية :

- مصدر الضوء: يصدر جهاز الطيف الضوئي شعاعًا ضوئيًا عبر مصدر ضوء (مثل مصباح التنجستن أو مصباح الديوتيريوم).
- الموحّد (Monochromator): يمر الشعاع الضوئي عبر موحّد، وهو جهاز يفرق الضوء إلى ألوانه (أطيافه) المختلفة ويختار الطول الموجي المناسب للقياس.
- العينة: يمر الضوء المختار عبر العينة الموضوعة في خلية شفافة (Cuvette). تختلف خلايا العينة في الحجم والشكل لكنها عادة تكون مصنوعة من الزجاج أو البلاستيك الشفاف.
- الكاشف: بعد مرور الضوء عبر العينة، يصل إلى كاشف (عادةً خلية ضوئية أو دايود ضوئي) يقيس كمية الضوء المارة عبر العينة.
- الناتج: يقوم الجهاز بحساب فرق الامتصاص.

V-5-ملحقات المخبر :

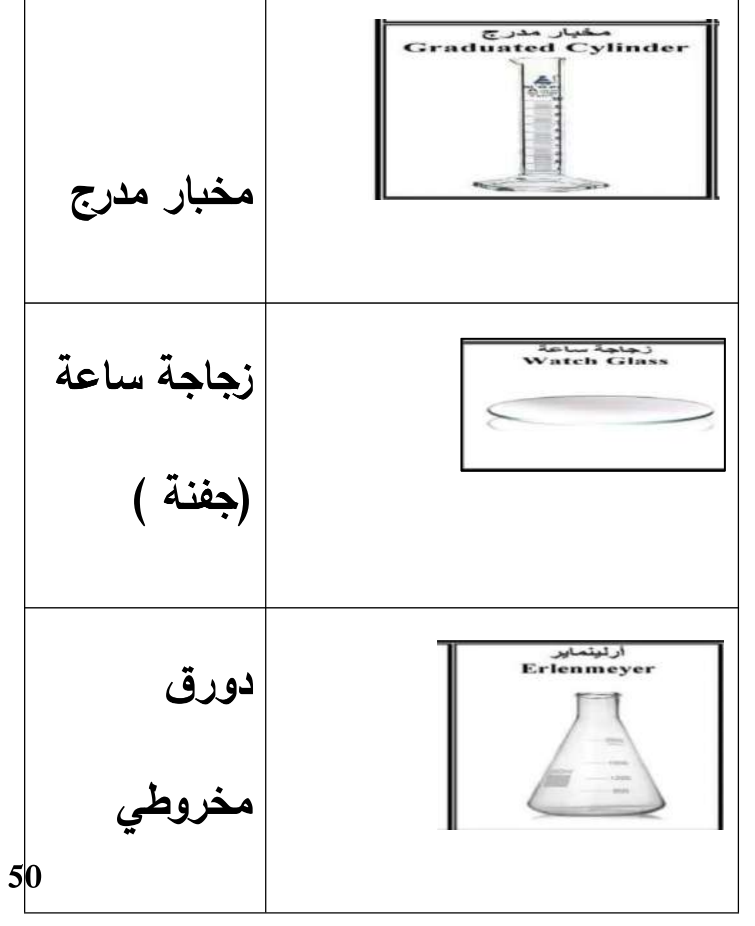
V-6-كيفية تحضير العينات:

بالنسبة لمعالجة مياه ألبين عين الصحراء 1.2،

نقوم بتحضير الجير و الصودا كما هو موضح في

الجدول التالي:

قمع زجاجي	
مجفف	
بيشر	
قفزات	



مخبار مدرج	مخبار مدرج Graduated Cylinder
زجاجة ساعة (جفنة)	زجاجة ساعة Watch Glass
دورق مخروطي	أرلينماير Erlenmeyer

اضافة الجير المنفرد نضيف $CaCO_3$ بقدر ما هو بيكاربونات HCO_3^- تساوي هده القيمة 0.03 ملغم/لتر. ناخد 500 ملمتر من المياه في بيشر الجهاز.	اضافة الجير والصودا نضيف الجير بنسف قيمة الطريقة السابقة ونضيف كمية الصودا بقدر 0.186 ملغم/لتر. ناخد 500 ملمتر من المياه في بيشر الجهاز.
اضافة الجير بزيادة نضيف كمية الجير بقيمة 0.265 ملغم/لتر. ناخد 500 ملمتر من المياه في بيشر الجهاز.	اضافة الجير والصوداة بزيادة نضيف كمية الجير كما في طريقة الجير بزيادة و الصودة بقدر 0.863 ملغم/لتر. ناخد 500 ملمتر من المياه في بيشر الجهاز.

- قمنا بعملية الخلط في جرة الذوق.
- 60 دورة في 5 دقائق .
- 200 دورة في 20 دقيقة.
- في نهاية مرحلة الخلط توضع العينات لمدة 5 دقائق.
- يتم قياس درجة الحموضة والملوحة والموصلية كل 5 دقائق أو 10 دقائق لكل بيشر من جهاز الجر.
- إجراء عملية الترشيح من خلال ورق الترشيح.

V-7-خلاصة الفصل :

في خاتمة هذا الفصل، يمكن القول بأن أدوات وأساليب دراسة طرق تحلية المياه تلعب دورًا حيويًا في تطوير تقنيات فعالة ومستدامة لمواجهة تحديات نقص المياه. تتنوع هذه الأدوات والأساليب بدءًا من النماذج التجريبية والمعملية وصولاً إلى النماذج الحاسوبية والمحاكاة.

الفصل السادس :

التحليل و المناقشة

VI-1-تمهيد :

يتم تزويد مدينة تقرت بالمياه الصالحة للشرب من الآبار عن طريق استغلال المياه الجوفية، ولعدم وجود آثار جانبية، ركزنا في عملنا على دراسة الحد من صلابة المياه بطريقتين لتحلية (الترسيب و التناضح العكسي) تم تسجيل الخواص الكيميائية لمياه الألبيانية من محطة تحلية مياه الشرب تقرت.

VI-2-تليين مياه بطريقة الترسيب:

تم اختيار ملين الجير على أساس المعايير التالية: التكلفة المنخفضة وغياب الآثار الجانبية، وهو جزء من استمرارية العمل الذي بدأ بالفعل من خلال عملنا والذي يتعلق بدراسة مقارنة الفعالية معالجة المياه الجوفية الحرارية بنوعين من الجير ($Ca(OH)_2$)وهيدروكسيد الكالسيوم والصودا($NaCO_3$)

الخصائص الفيزيائية والكيميائية الرئيسية لمياه بئر عين الصحراء 1 و 2 موضحة في الجدول رقم VI- 1.

من خلال الجدول، نلاحظ أن ملوحة الماء مرتفعة جدا اذ أن الناقلية الكهربائية وجدناها اكبر من 3000µS/cm

كما نرى ان تراكيز أغلب العناصر تفوق الموضوعة في المواصفات الوطنية للمياه الشروب.

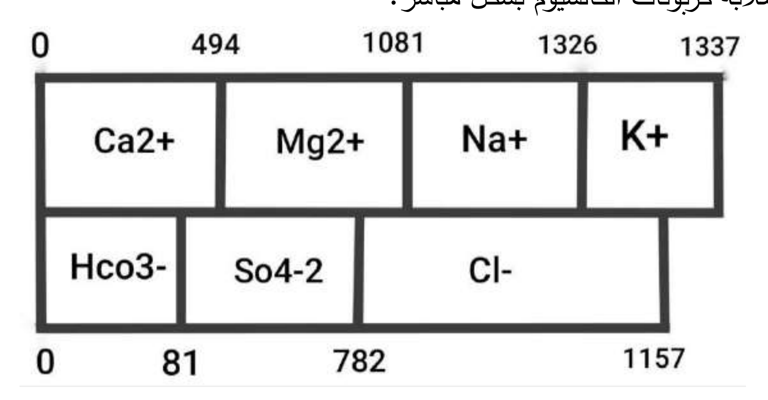
الجدول VI – 1 الخصائص الفيزيائية والكيميائية الرئيسية لمياه بئر عين الصحراء 1 و 2

العينات	المواصفات الجزائرية	mg/L	meq/L	mg/L de $CaCO_3$
Ca^{2+}	200	197,829	9,891	494,572
Mg^{2+}	150	140,867	11,738	586,945
Na^{+}	200	112,84	4,906	245,304
K^{+}	12	10,4	0,266	13,33
Cl^{-}	500	531,985	7,502	375,134
SO^{-2}_4	400	673,6	7,016	701,66
HCO_3^{-}	150	98,88	1,621	81,056
الناقلية	1000	3200		
الملوحة	0.6	1,6		
الرقم الهيدروجيني	8.5	7,8		

القلوية الكلية	150	110

يتم عرض هذه الخصائص في مخططات على شكل رسم بياني شريطي للمياه الخام ولها ميزة إظهار الصلابة الكلية والجرعة المثلى من الجير اللازمة للتغلب على صلابة كربونات الكالسيوم بشكل مباشر.

مخطط المياه الخام:



1-2-طريقة الترسيب بالجير المنفرد :

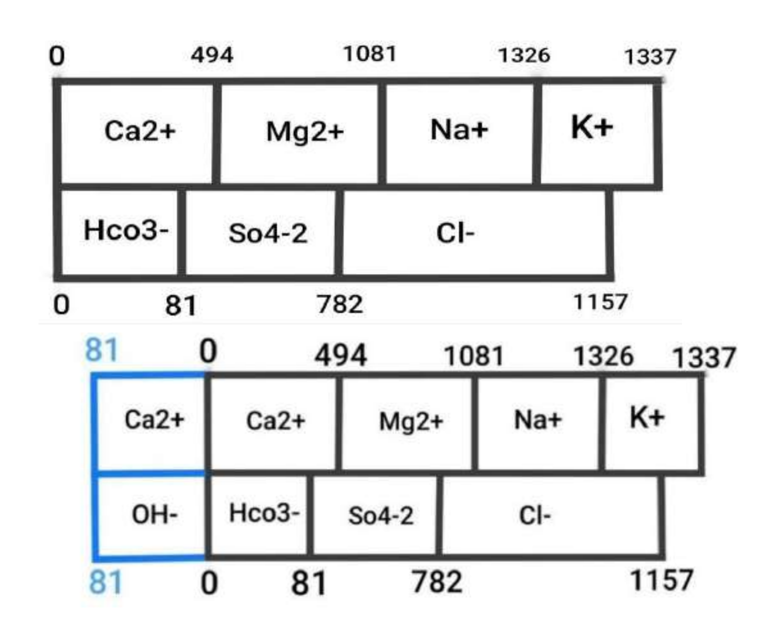
- دراسة نظرية

نضيف كمية الجير في الإضافة الواحدة تساوي تركيز أيونات بيكربونات HCO_3^- في ماء المطلوب . لذلك، وفقًا لمخطط شريط للمياه الخام، فإن الكمية المطلوبة من الجير المضاف هي 81 ملجم / لتر.

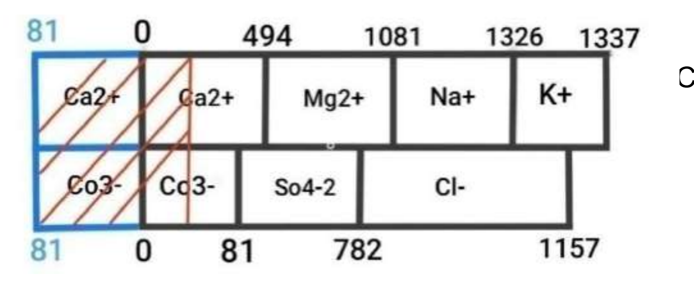
- دراسة تجريبية:

قمنا باختبار نتائج الدراسة النظرية تجريبيا بمختبر معالجة المياه ،كلية العلوم التطبيقية، جامعة قاصدي مرباح ورقلة لمياه عين الصحراء 1.2

إضافة الجير بما يساوي من مقدار كمية البيكربونات الموجودة في المياه(HCO_3^-)



ترك 40 ملغ/لتر من ($CaCO_3$)

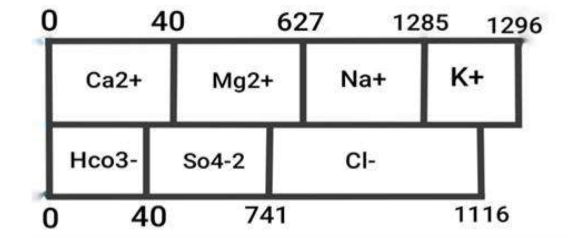


$$Ca(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow 2CaCO_3 + 2H_2O$$

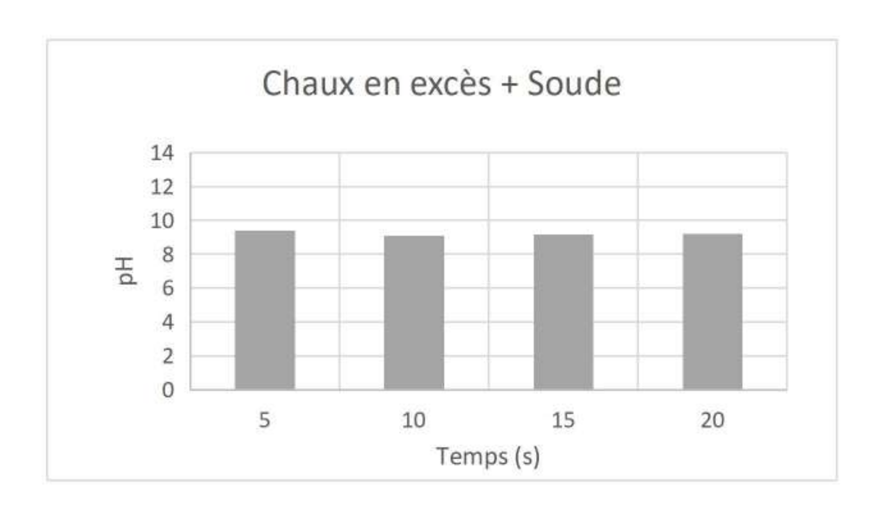
بعد عملية الترسيب نقوم بإضافة ثاني اكسيد الكربون بمقدار ما يوجد من CO_3^{2-}

40 0 453 1040 1285 1296
Co2 Ca2+ Mg2+ Na+ K+
Co2 Co3-2 So4-2 Cl-
40 0 40 741 1116

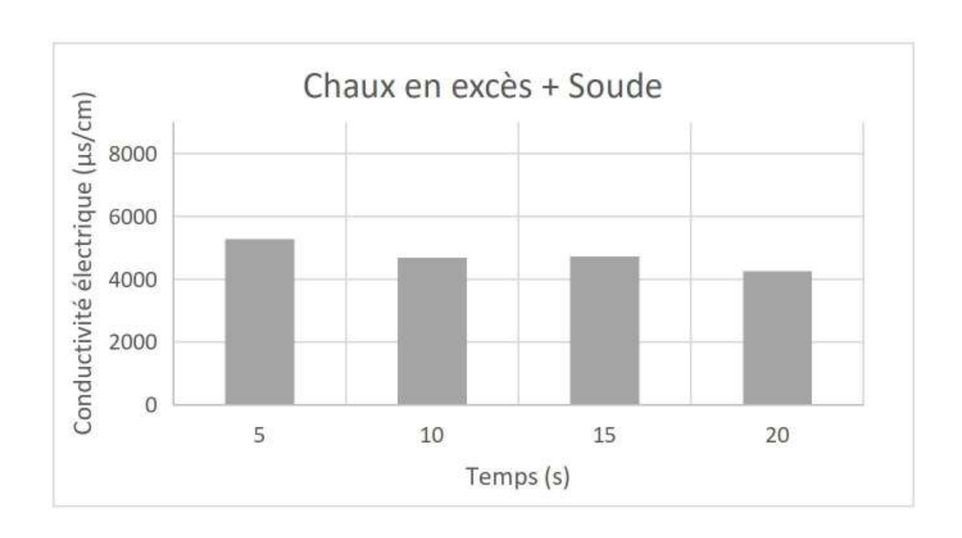
وكانت النتيجة النهائية بعد المعالجة بإضافة الجير المنفرد هي التالية:



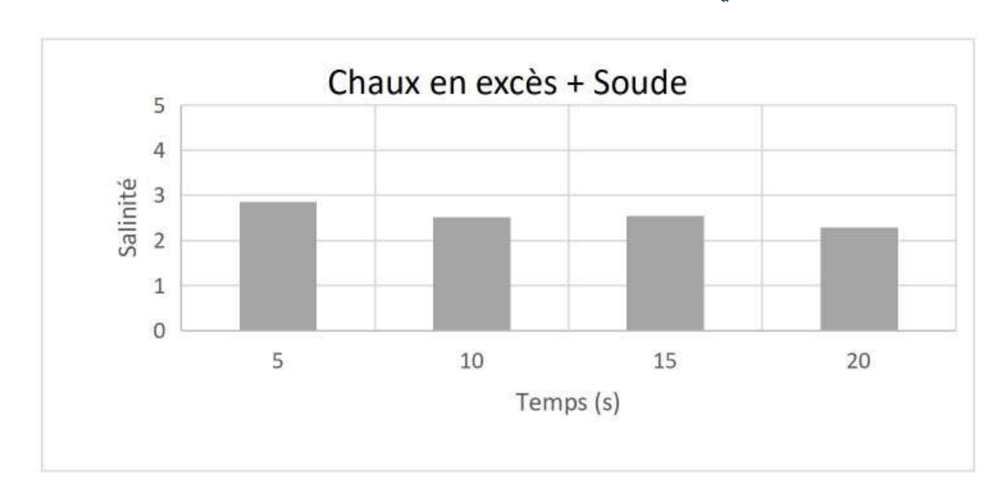
- المنحنيات :



المنحنى VI – 1التغيرات في الرقم الهيدروجيني بدلالة الزمن عند إضافة الجير المنفرد .



المنحنى VI – 2التغيرات في الموصلية الكهربائية بدلالة الزمن عند إضافة الجير المنفرد.



المنحنى VI – 3التغيرات في الملوحة بدلالة الزمن عند إضافة الجير المنفرد.

قمنا بمراقبة التغيرات في درجة الحموضة، الملوحة ، والموصلية في أوقات مختلفة حتى تم تحديد وقت التفاعل المثالي. تزايد في الموصلية الكهربائية قبل وبعد إضافة الجير المنفرد ، ويعتبر طبيعياً بالنسبة للتراكيز العالية من أيونات الكالسيوم Ca وأكسيد الهيدروجين، لكن بعد فترة نلاحظ انخفاض في قيمة التوصيل الكهربائي و نتيجة ترسبات الكالسيوم ($CaCO_3$) ، أما درجة الحموضة ارتفعت من 7.8(قبل إضافة الجير) إلى 9.27 بعد الإضافة وبعد فترة من الوقت تبدأ في الانخفاض حتى تستقر كما لاحظنا أن الملوحة كانت بنسب مرتفعة نوعا ما وبعد اضافة الجير المنفرد بمرور الوقت انخفضت نسبيا .

ربما نفسر ارتفاع ال pH و الملوحة بعد 15 دقيقة بإعادة انحلال الكتل التي تتفكك بسبب عملية الرج التي قد تكون سرعتها غير مناسبة لتجمعها فتعمل العكس(اصطدام الكتل ببعضها بسبب السرعة فتتفكك).

اذا، فالزمن المناسب لعملية الرج هو 15 دقيقة.

- حساب مردود العملية (ترسيب بالجير فقط):

ويوضح الجدول (2) المقارنة بين االقيم الابتدائية للماء الخام و نتيجة الترسيب بإضافة الجير فقط. لاحظنا انخفاض تركيز الكالسيوم في مياه عين الصحراء 1.2 الخام من 197.829 ملغم/لتر إلى 133.8 ملغم/لتر، وكذلك انخفاض تركيز البيكربونات في المياه الخام قبل وبعد المعالجة من 98.88 ملغم/لتر إلى 81 ملغم/لتر.

درجة العسرة كانت 31.3درجة فرنسية في الماء الخام بعد إضافة الجير انخفضت إلى 20.31درجة فرنسية ، هذه النتيجة غير مقبولة عالميا وتتطلب معالجة إضافية برماد الصودا.

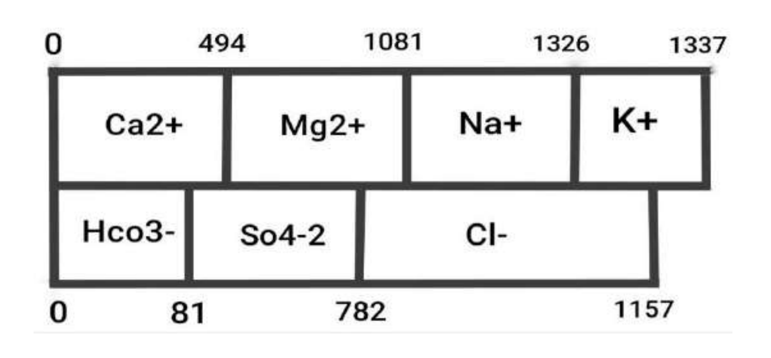
الجدول VI – 2مردود تجربةإضافة الجير فقط

العينات	المياه الخام	النتائج المتحصل عليها	مردود العملية
Ca^{2+}	197.829	133.8	%32,36
Mg^{2+}	140.829	140,829	0%
TH	338.699	176.41	/

2-2-طريقة الترسيب بالجير والصودا :

- الدراسة النظرية:

في هذه الحالة نقوم باضافة كمية كربونات الصوديوم المطلوبة Na_2CO_3 لإزالة العسرة المرتبط بالكالسيوم تعادل تركيز الكالسيوم المتبقي في محلول ما قبل التصلب عند خصائص ماء الجير. تظهر على الرسم البياني الشريطي التالي:

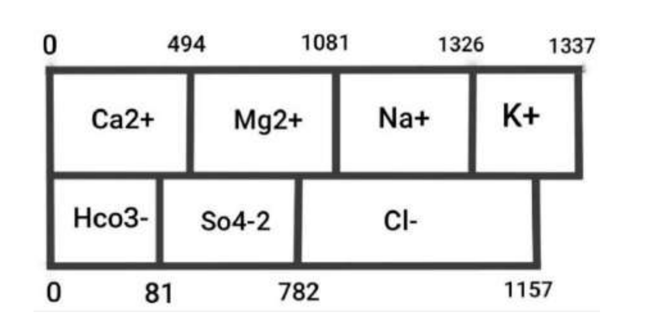


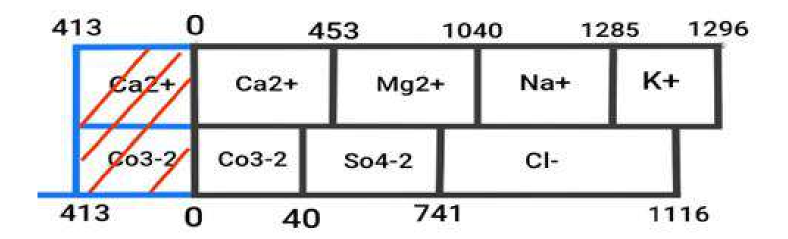
- الدراسة التجريبية:

نتبع نفس الخطوات السابقة (دراسة نظرية نموذجية) للدراسة التجريبية الموضحة في الرسم البياني الشريطي:

نضيف الجير بما يساوي من مقدار كمية

البيكربونات الموجودة في المياه (HCO_3^-)





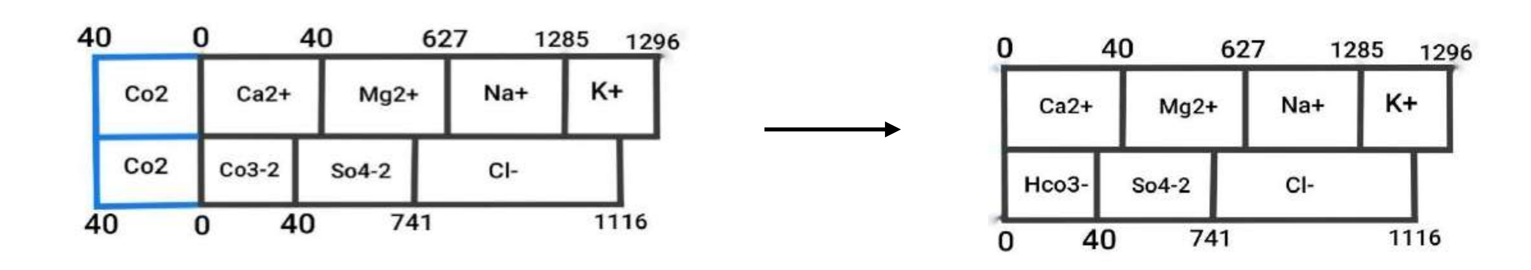
نقوم بترك 40 ملغ من $(CaCO_3)$

$$Na_2CO_3 + CaSO_4 \longrightarrow CaCO_3 + Na_2SO_4$$

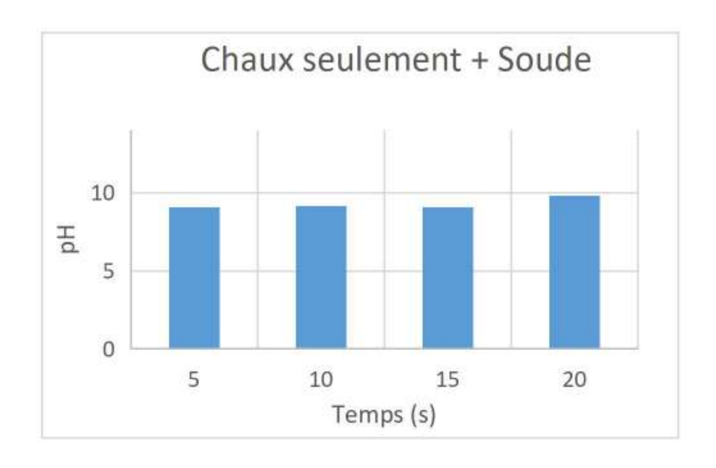
$$Na_2CO_3 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCO_3 + 2NaOH$$

$$2NaOH + Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow CaCO_3 + Na_2CO_3 + 2H_2O$$

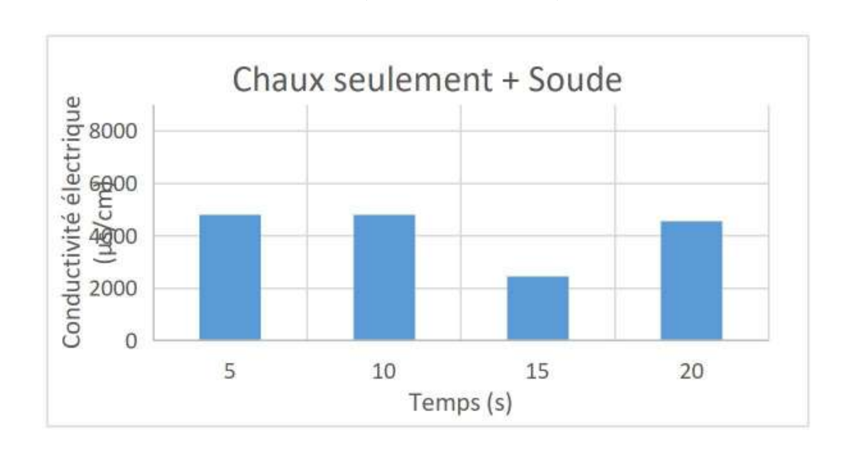
إضافة ثنائي أكسيد الكربون بمقدار (CO_3^{2-})



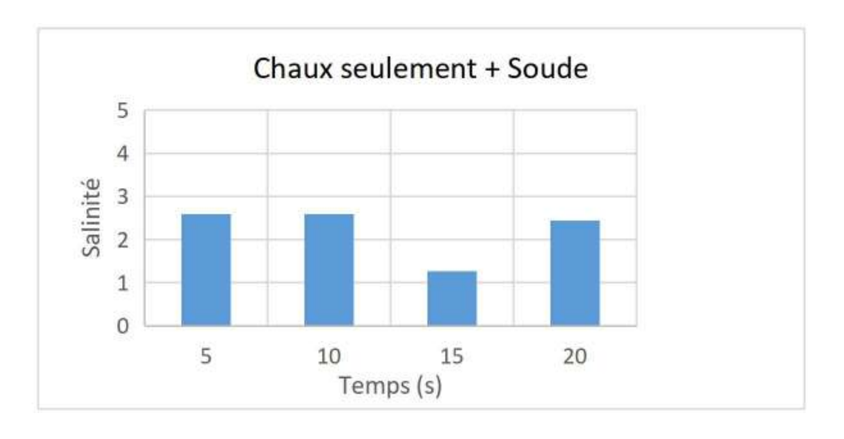
- المنحنيات



المنحنى VI – 4التغيرات في الرقم الهيدروجيني بدلالة الزمن عند إضافة الجير و الصودا .



المنحنى VI – 5التغيرات في الموصلية الكهربائية بدلالة الزمن عند إضافة الجير و الصودا .



المنحنى VI – 6 التغيرات في الملوحة بدلالة الزمن عند إضافة الجير و الصودا .

ومن خلال المنحنيات نلاحظ بعد إضافة الصودا يحدث تناقص كبير في اللحظة 15دقيقة للموصلية الكهربائية و عودتها للارتفاع في اللحظة 20دقيقة حتى تستقر عند (4562 US/cm) خلال دقائق معدودة ونفس الشي بالنسبة للملوحة

حتى يستقر في قيمة 2.44. ولاحظنا أثناء رصد الرقم الهيدروجيني بزيادة طفيفة في الدقائق الاخيرة حتى يثبت في اللحظة 20 دقيقة بقدر 9.8 .

- حساب مردود العملية (ترسيب بالجير و الصودا):

ويوضح الجدول (2) المقارنة بين االقيم الابتدائية للماء الخام و نتيجة الترسيب بإضافة الجير و الصودا لاحظنا انخفاض تركيز الكالسيوم في مياه عين الصحراء 1.2 الخام من 197.891 ملغم/لتر إلى 141.8 ملغم/لتر وهذا أدى إلى انخفاض العسر من 338.696 ملغم/لتر الي 176.41 ملغم/لتر. أصبح ذلك ضمن معايير منظمة الصحة العالمية ومع إضافة رماد الصودا أدى إلى زيادة تركيز الصوديوم من 112.84 ملجم / لتر إلى 245ملجم / لتر.

التفسير نفسه مقترح مع هاته الطريقة نرجع ارتفاع ال pH و الملوحة بعد 15 دقيقة الى إعادة انحلال الكتل التي تتفكك بسبب عملية الرج التي قد تكون سرعتها غير مناسبة لتجمعها فتعمل العكس(اصتدام الكتل ببعضها بسبب السرعة فتتفكك).

اذا، فالزمن المناسب لعملية الرج هو 15 دقيقة.

الجدول VI – 3مردود تجربةإضافة الجير و الصودا

العينات	المياه الخام	النتائج التجريبية	مردود
Ca^{2+}	197.829	141.8	%28.32
Mg^{2+}	140.867	34.61	%75.43
HCO^{-3}	98.88	/	/
TH	338.699	176.41	/

2-3- طريقة الترسيب باضافة الجير بزيادة :

- دراسة نظرية:

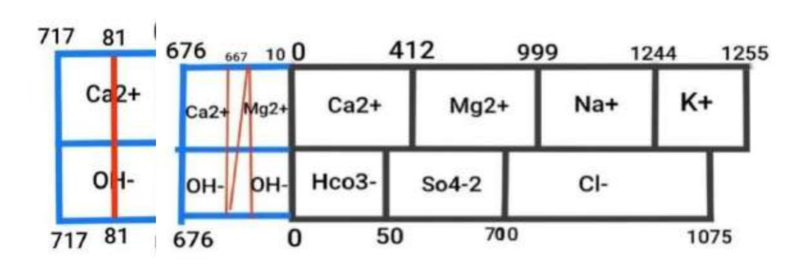
نقوم في هده الدراسة باضافة الجير بزيادة من اجل ازالة خشونة الكربونات و ازالة الكلسيوم و المغنيسيوم المرتبطة بالبيكاربونات ودلك باضافة الكمية المناسبة من الجير و التي قمنا بحسابها نظريا وجدنها بنسبة 717ملغم/لتر . ليصبح مخططمياه الخام كما يلي:

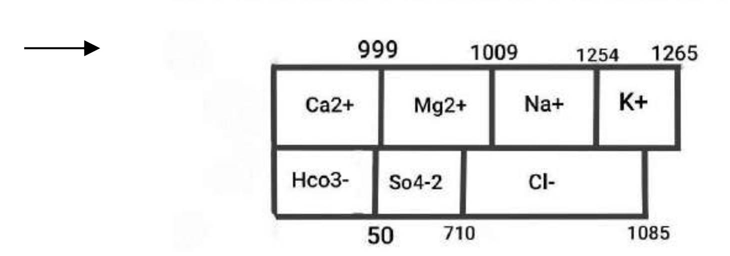
0	494	1081	1326	1337
Ca2+	Mg2+	Na+	K+	
Hco3-	So4-2	Cl-		
0	81	782	1157	

نترك 40 ملغ/لتر من ثاني اكسيد الكربون و 10 ملغ من $Mg(OH)_2$

50		999	1009	1254	1265
Ca2+	Ca2+		Mg2+	Na+	K+
OH-	Hco3-	OH	So4-2	Cl-	
50		50	710	1085	

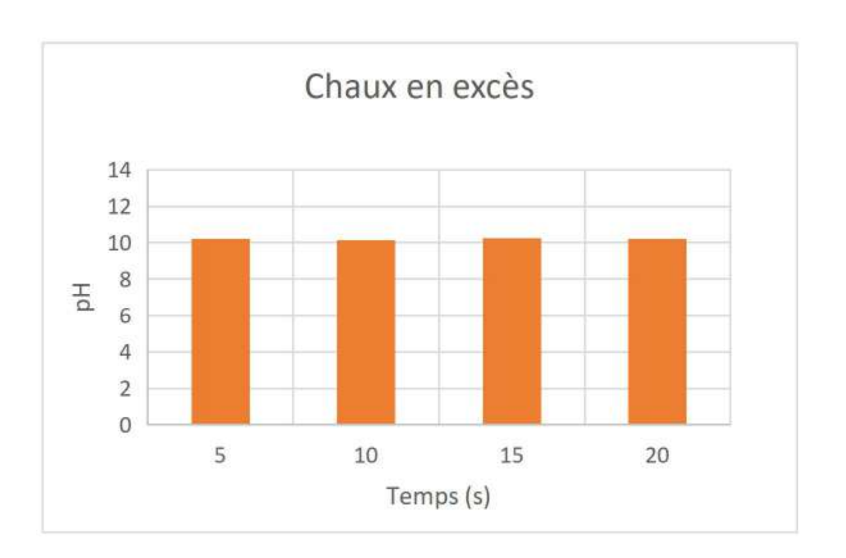
ثم نضيف كمية كافية من CO_2 لتحويل أيونات OH^- و CO_3^{2+} إلى HCO_3^- .



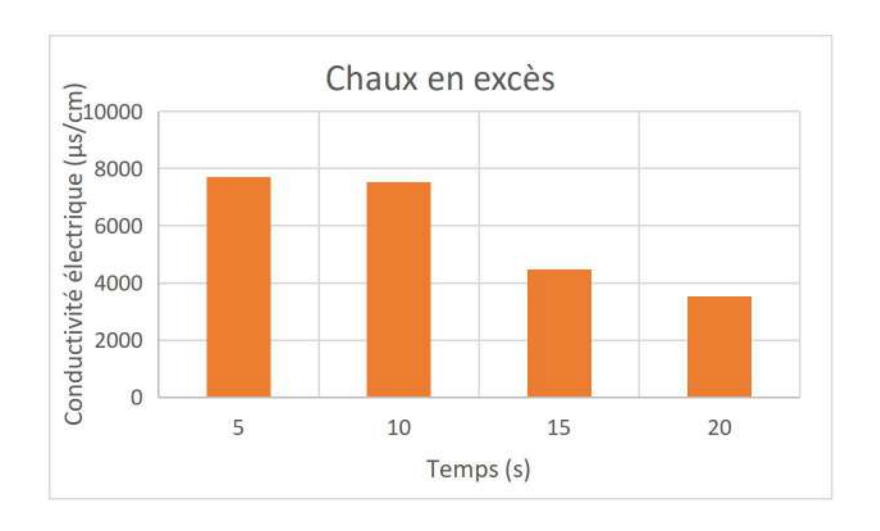


دراسة تجريبية:

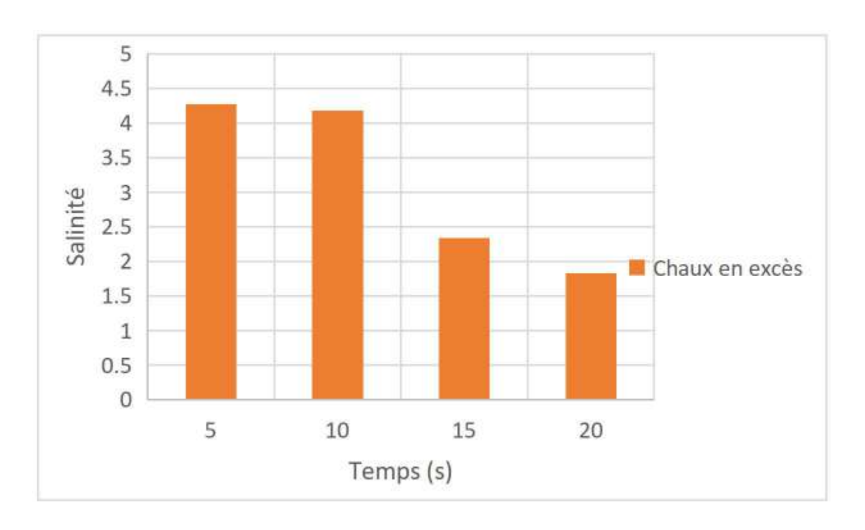
نتبع نفس الخطوات السابقة (دراسة نظرية نموذجية) للدراسة التجريبية الموضحة في الرسم البياني الشريطي نتحصل على النتائج التالية:



المنحنى VI – 7التغيرات في الرقم الهيدروجيني بدلالة الزمن عند إضافة الجير بزيادة.



المنحنى VI – 8التغيرات في الموصلية الكهربائية بدلالة الزمن عند إضافة الجير بزيادة.



المنحنى VI – 9 التغيرات في الملوحة بدلالة الزمن عند إضافة الجير بزيادة .

نلاحظ شبه ثبوت الرقم الهيدروجيني في الاعمدة البيانية .

نلاحظ تناقص واضح في المواصلية الكهربائية و الملوحة بمرور الوقت وثبوتهم في نفس الوقت في الدقيقة 20 دقيقة

اذا، فالزمن المناسب لعملية الرج هو 20 دقيقة.

فتستقر المواصلية الكهربائية عند (US/cm3520) و استقرار الملوحة عند (1.89) و هاتان القيمتان أعلى من القيمتين الابتدائيتين .

- حساب مردود العملية (ترسيب بإضافة الجير بزيادة):

بعد إضافة الجير مع الزيادة كانت نتيجة طريقة المعالجة قيمة تركيز الكالسيوم تصبح 136.1ملغم/لتر، في حين انخفض تركيز المغنسيوم من 140.867ملغم/لتر إلى 34.75 ملغم / لتر بعد المعالجة.

الجدول VI – 4مردود تجربةإضافة الجير بزيادة

العينات	المياه الخام	النتائج التجريبية	المردود
Ca^{2+}	197.829	136.1	%31.20
Mg^{2+}	140.867	34.75	%75.33
HCO_3^-	98.88	/	/
TH	338.699	170.85	/

2-4-طريقة الترسيب بإضافة الجير الزائد والصودا:

- الدراسة النظرية:

بما أن إضافة الجير الزائد (الطريقة السابقة) لم تكن كافية لمعالجة المياه الخام، فقد استخدمنا معالجة ثانية لإزالة العسر بإضافة محلول كربونات الصوديوم. نقوم باضافة الجير في هده الدراسة و كمية الصودا اللازمة: إضافة الجير والصودا عن طريق زيادة الفرق بين المعادل الكلي لصلابة أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم و صلابة الكربونات المصاحبة لأيونات الكالسيوم والمغنسيوم،

وتم تحديد محلول الصودا المناسب، والصلابة المتبقي

بعد عملية إضافة الجير الزائد الشكل التالي:

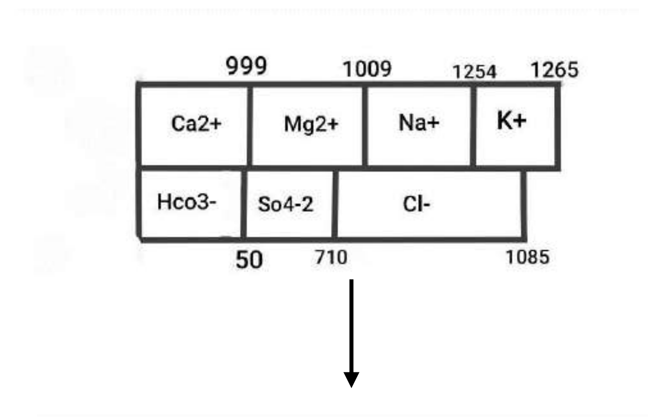
يجب اضافة كمية من الجير اكبر من 50 ملغ/لتر مجموع

كميات البيكربونات والمغنيسيوم:

$$50+[Mg^{2+}]+[HCO_3^-] = [Ca(OH)_2]$$

و ترك 40 ملغ/لتر من الكربونات الكالسيوم $CaCO_3$،

ترك 10 ملغ/لتر من $Mg(OH)_2$

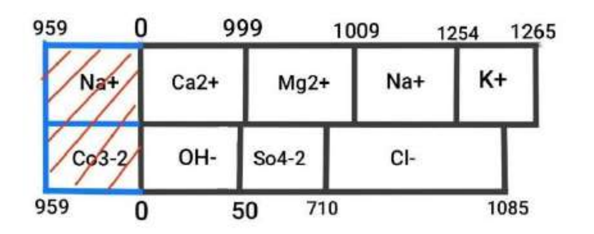


959 0 999 1009 1254 1265

Na+ | Ca2+ | Mg2+ | Na+ | K+

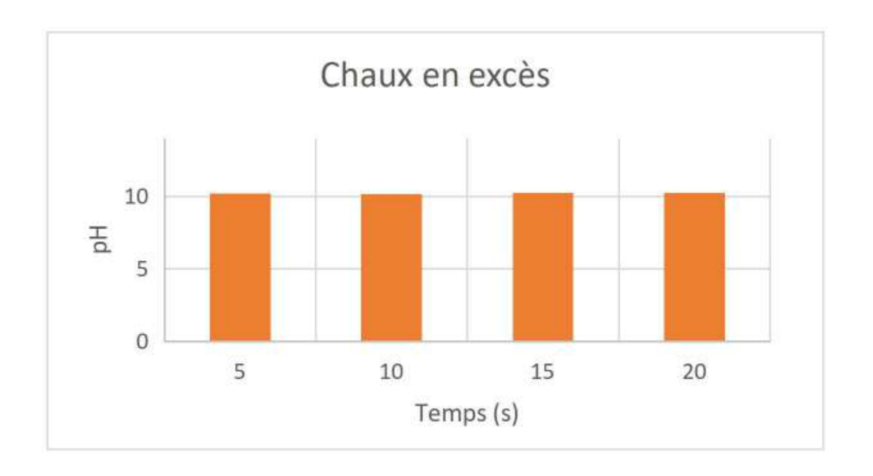
Co3-2 | Hco3- | So4-2 | Cl-

959 0 50 710 1085

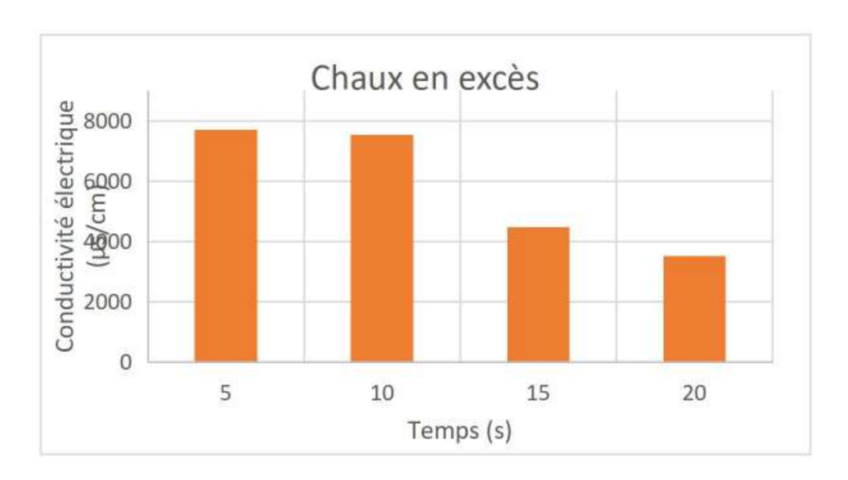


الدراسة التجريبية:

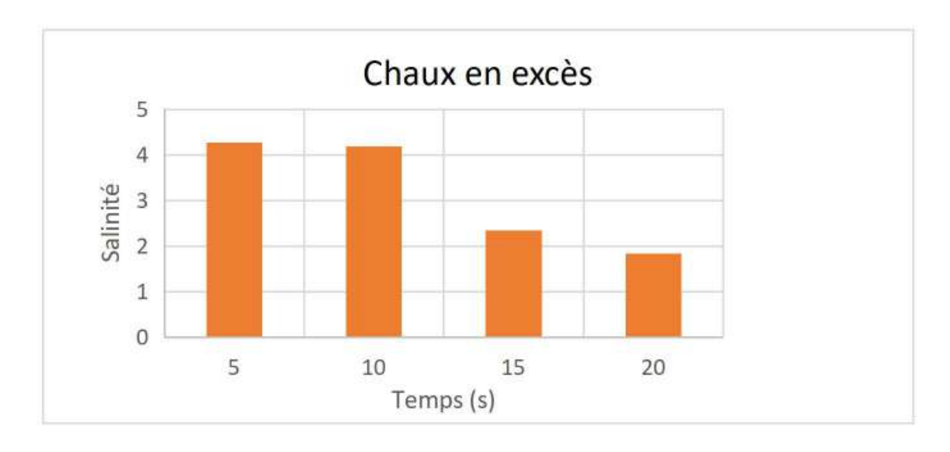
باتباع نفس الخطوات (الدراسة النظرية النموذجية) تم الحصول على المواصفات النهائية للدراسة التجريبية المبينة في الرسومات البيانية التالية:



المنحنى VI – 10 التغيرات في الرقم الهيدروجيني بدلالة الزمن عند إضافة الجير و الصودا بزيادة .



المنحنى VI – 11التغيرات في الموصلية الكهربائية بدلالة الزمن عند إضافة الجير و الصودا بزيادة.



المنحنى VI – 12 التغيرات في الملوحة بدلالة الزمن عند إضافة الجير و الصودا بزيادة .

قمنا بدراسة التغيرات في الرقم الهيدروجيني والتوصيلية والملوحة في أوقات مختلفة لاحظنا تغيراً طفيفاً في مستوى الرقم الهيدروجيني مقارنة بالخطوة السابقة (إضافة الجير مع زيادة). نلاحظ ثبوت الرقم الهيدروجيني في الاعمدة البيانية 20دقيقة عند 9.22 و تناقص طفيف في المواصيلة الكهربائية و الملوحة .

و مع ذلك فان الملوحة المتحصل عليها اكبر من الابتدائية مما يقودنا الى القول ان هاته العملية لا تعطي نتائج جيدة بالنسبة لتحلية المياه،

- حساب مردود العملية (ترسيب بإضافة الجير و الصودا بزيادة):

مرحلة إضافة الجير الزائد لم تعط النتائج المرجوة من حيث الصلابة، واستمرت المعالجة بإضافة الصودا والجير مع زيادة، ونرى أن تركيز الكالسيوم انخفض بعد المعالجة من 197.82 ملغم/لتر إلى 33.39 ملغم/لتر ومن هنا نرى أن عسرة الماء انخفضت إلى القيمة 120.57 ملغم/لتر.

الجدول VI – 5 مردود تجربةإضافة الجير و الصودا بزيادة

العينات	المياه الخام	نتائج تجريبية	المردود
Ca^{2+}	197.829	87.18	%55.93
Mg^{2+}	140.867	33.39	%76.29
HCO_3^-	98.88	/	/
TH	338.696	120.57	/

VI-3-نتائج طريقة التناضح العكسي :

قمنا باخد العينات لمخبر محطة تحلية مياه الشرب بتقرت لدراسة الخصائص الفيزيائية و الكيميائية لنجد النتائج الخاصة بالعسرة و الموضحة في الجدول التالي :

الجدول VI – 6عسرة الماء قبل وبعد طريقة التناضح العكسي

العينات	المياه الخام	مياه التناطح العكسي	المياه المعالجة	المعايير
Ca^{2+}	197,829	0	49,6	200
Mg^{2+}	140,867	0	36,32	150
TH	338,696	0	85,92	/

ومن الدراسات التجريبية السابقة التي تم تنفيذها لاحظنا أنه بإضافة المزيد من الجير والصودا تكون النتائج مقبولة من حيث الصلابة فهي ضمن المعايير المعتمدة دوليا ودرجة حموضة 9.22 وقد لاحظنا تغيرات في تراكيز الكالسيوم والمغنيسيوم وكذلك عسر الماء وانها طريقة فعالة لازالة العسرة (الكلسيوم والمغنيسيوم المرتبطان بالبيكاربونات) . ومن ناحية اخرى نرى ان طريقة التناضح العكسي فعاليتها كبيير و ذات كفاءة عالية جدا بالنسبة لتحلية المياه المالحة مثل مياه المحطة التي وصلت نسبة الكلسيوم فيها بعد المعالجة الى 0 ملغم/لتر و نسبة تركيز المغنيسيوم الى 0 ملغم/لتر.

VI-4-الخاتمة

مياه منطقة تقرت تعتبر مالحة جدا حيث كانت ناقلتها الكهربائية اكبر من " 3000µS/cm .

باستعمال الجير فقط انخفضت عسرة المياه و وجدنا أن الزمن المناسب للرج هو 15 دقيقة.

استعمال بقية الطرق ينقص من عسرة المياه بكميات متفاوتة لكن في نفس الوقت يزيد من ملوحة الماء استنادا لقيم الناقلية الكهربائية، في حين ان التناضع العكسي ابدى فعالية قصوى لإزالة المعادن.

الخاتمة العامة

خاتمة عامة:

في ختام هذه المذكرة ، نكون قد استعرضنا بشكل شامل ومفصل مقارنة بين طريقتين رئيسيتين لمعالجة المياه: تحلية المياه بالتناضح العكسي والترسيب الكيميائي . تتضح من هذه الدراسة الفوائد والتحديات المتعلقة بكل طريقة ، مما يعزز فهمنا لأهمية اختيار التقنية المناسبة بناءً على الظروف والاحتياجات الخاصة بكل منطقة أو مشروع . لقد أظهرت طريقة التناضح العكسي فعاليتها الكبيرة في تحلية المياه المالحة وتحويلها إلى مياه عذبة صالحة للشرب والاستخدامات الأخرى. تتميز هذه الطريقة بكفاءتها العالية في إزالة الأملاح والشوائب، ومع ذلك، فإنها تتطلب استثمارًا كبيرًا في البنية التحتية والطاقة، مما قد يمثل تحديًا في بعض المناطق ذات الموارد المحدودة . من جهة أخرى، يوفر الترسيب الكيميائي حلاً فعالاً لإزالة المواد الصلبة العالقة والجسيمات الصغيرة من المياه ، مما يجعله حل مناسبًا لمعالجة المياه الصناعية والمياه الجوفية الملوثة. على الرغم من تكاليف المواد الكيميائية والتعامل مع الرواسب الناتجة ، فإن هذه الطريقة تعتبر أقل تكلفة من حيث الطاقة مقارنة بالتناضح العكسي . لقد تم من خلال هذه المذكرة تقديم نظرة شاملة لكل من الطريقتين، مع إبراز الأمثلة التطبيقية الناجحة والتحديات العملية التي تواجههما. يمكن الاستنتاج بأن اختيار الطريقة المثلى يعتمد بشكل كبير على نوعية المياه المراد معالجتها، الإمكانيات المادية المتاحة والأهداف البيئية . في النهاية ، تؤكد هذه الدراسة على ضرورة الاستثمار في البحث والتطور لتحسين تقنيات معالجة المياه بين المؤسسات لتحقيق الأمن المائي المستدام. تبقى الحاجة إلى المياه العذبة تحديًا عالميًا يتطلب حلولًا مبتكرة ومستدامة لضمان تلبية احتياجات الأجيال الحالية والمستقبلية. نأمل أن تساهم هذه المذكرة في توفير قاعدة معرفية تساعد في اتخاذ قرارات مستنيرة وتحقيق إدارة فعالة لموارد المياه .

[1] BENAISSA Fatima Zohra « Étude sur le procédé d'osmose inverse pour le dessalement des eaux faiblement saumâtres ». Mémoire de projet de fin d'Études Pour l'obtention du Diplôme de master en Hydraulique, université Abou Bakr Belkaid Tlemcen 2013

]Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface: cadre général Fiche 2 Institut 2[Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement / Observatoire des Données de l'Environnement.

[3] Groupe scientifique sur l'eau (2003) : « Turbidité ». Dans Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine. Institut national de santé publique du Québec.

] BOUTRIAA Abdelouahab (2009) : « Effet des paramètres de fonctionnement sur les 4[performances d'un distillateur solaire ». Mémoire présente pour obtenir le diplôme de Magister en Physique, université MENTOURI de CONSTANTINE.

] ZEMALI Sofiane (2004) : « Comparaison entre l'osmose inverse et l'ultafiltration pour le 5[dessalement de l'eau de fortes concentrations en sel » Mémoire de Projet de Fin d'Étude Pour l'Obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique, université Abou Bakr Belkaid Tlemcen

]Raymond/Desjadins le traitement des eaux 2 édition revur et améliorée Adoucissement et 6[Échanges D'ions1997.

]Raymond/Desjadins le traitement des eaux 2 édition revur et améliorée Dessalemet des 7[Eaux Saumatres et des eaux de mar1997.

Source Syndicat. D'initiative de Biskra et le Sahara Constantinois Imprimerie Algérienne. [8] Alger. 1923. p 104.

[9]Be.khouloud et Gh.Hayat Adoucissement des eaux souterraine chaud (Cas de Règion d'ouargla) Mastr UkMO 2021/2022.

[10] Contribution a l’ètude des procèdès de traitement des eaux polluèes par des mètaux lourd
طويل عمار ، قادري عبد الباسط مذكرة لنيل شهادة ماستر اكاديمي جامعة الشهيد حمة لخضر الوادي2021/2022.

[11] مرابط الاخضر :انعكاسات التهيئة في الصحراء المنخفضة" حالة واد ريغ" سنة 1997 .

[12] شوشي زهية مجتمع القصور دراسة في الخصائص الاجتماعية والعمرانية والثقافية لقصور مدينة تقرت مذكرة لنيل الماجستار جامعة منتوي قسنطينة 2005/2006.

[13] بن قويد خولة التنمية المستدامة للواحات (دراسة حالة مدينة تقرت) مذكرة لنيل شهادة ماستر جامعة محمد خيضر بسكرة 2019/2018.

[14] باوية قيس معالجة عسرة المياه طبقة الالبيان (حوصلة تجريبية وامكانية استغلال النتائج في منطقة واد ريغ) مذكرة لنيل شهادة ماجيستر جامعة قاصدي مرباح ورقلة 2004/2003.

[15] بن عثماني مروة ، بالخير نور اليقين المقارنة بين عملية الترشيح الرملي و تقنية التناضح العكسي لتحلية مياه اشرب تقرت مذكرة لنيل شهادة تقني سامي المعهد الوطني المتخصص في التكوين المهني تقرت 2020/2021.

[16] محمد الطاهر علي سعد ، عبد الرزاق سلميان التومي (بكتريولوجيا مياه الشرب) مركز بحوث التقنيات الحيوية 2008.

[17] د.احمد سروي العمليات الاساسية لتقنية مياه الشرب ، دار الكتب النشر والتوزيع القاهرة .

[18]Techniques appliqués au traitement de l’eau .Hydraulique ,

ELetrotechnique ,Procèdès de traitement Rèsumè de cours et problèmes rèsolus.